Atlantic Grains Council

Le Conseil des Grains de l'Atlantique

# Atlantic Oilseed Production Guidelines

# Manuel de graine oléagineuse

***English*** ***Français***

Atlantic Grains Council

# Atlantic Oilseed Production Guidelines

## Canola

## Soybean

## Borage

## Crambe

Disclaimer

Information in this Atlantic Production Guidelines document is a compilation from several sources and is intended to be a general guide on producing oilseeds in Atlantic Canada. The AGC does not guarantee information to be complete, correct, current or up to date and must be used at your own discretion.

Please contact your local agricultural specialists for specific details.

# Canola

Table of Contents


Introduction ..... 2

Rotation ..... 3

Hybrid Selection ..... 5

Seeder Calibration ..... 6

Seeding ..... 9

Fertility ..... 11

Weed Control ..... 14

Crop Stages ..... 15

Harvest ..... 19

Storage ..... 21

Quality ..... 22

Insects ..... 24

Diseases ..... 27

## Introduction

This document is a guide to growing spring canola in the Maritimes. It is aimed at Maritime growers who want to expand their rotational crops to include oilseeds in their traditional potato, cash crop, small grain, and forage production.

Spring canola is grown all over Canada and there are growing guides for canola producers in Ontario and Western Canada. It is important, however, that local research trials be conducted to fine-tune the management of canola in the Maritimes. Soil types, fertility levels, rotational crops, and environmental conditions vary across the country and across our region. Growers should use information from a variety of resources in the management of their crops. Local knowledge from experienced growers and agronomists should be called upon, as well as the basics outlined in this guide.

This guide brings together information from several sources, including the *Canola Council of Canada Growers Manual* and newsletter articles from the Ontario Canola Growers Association, *Ontario Spring Canola Growing Guide*, *OMAFRA Agronomy Guide for Field Crops*, NBDAFA, the Canadian Grain Commission, and the Canadian Fertilizer Institute. Future updates will include local research trial results from a variety of sources.

## Rotation

Canola can be a good addition to a rotation and should be planted in a four-year rotation or greater. It is harvested early, giving time to plant winter wheat, or apply manure. It spreads out the work-load and harvest season, is very responsive to manure, and fits well into a nutrient management plan. Canola is a good disease break for cereal crops and corn. Its residue breaks down easily and can be minimum tilled prior to many crops.

There are some cautions, however. Canola should not be planted directly after soybeans, mustard, flax, or sunflowers because they are susceptible to the same insects and diseases, for example, sclerotinia (white mould).

Planting canola after corn can give good results, but be aware of herbicide carryover (such as Atrazine) that could damage the canola. High levels of Metribuzin (Sencor) carried over from potato or soybeans can damage canola, similar to damage seen in small grains.

Canola's ability to scavenge for soil phosphorus can be useful in managing very high soil phosphorous levels. Canola can provide excellent weed control with Liberty Linked$^{tm}$ (LL) and Round up Ready$^{tm}$ (RR) hybrids. Fields with high levels of perennial weeds, such as quackgrass, can be cleaned up during normal canola weed control. Non GMO hybrids, such as Clearfield$^{tm,}$ have a good selection of herbicides approved for use as well.

### Controlling volunteers

Canola is a hybrid, but will generate volunteers. The volunteer plants will produce seed in most cases, but these will not be the vigorous, high-yielding plants that the hybrid was. Volunteer canola is easily controlled in subsequent potato, corn, soybean, and

small grain crops, but in herbicide-resistant crops it requires some pre-planning as Round-up Ready$^{tm}$ or Liberty Linked$^{tm}$ traits will carry over to the volunteers. Avoid these traits in your canola if you plan to plant the same trait in subsequent crops. RR or LL volunteer canola can be easily controlled in RR or LL corn with the addition of Atrazine in your corn weed control program. LL volunteer canola can easily be controlled by glyfosate (Round-up$^{tm}$, Glyfos$^{tm}$ etc) in subsequent RR corn or RR soybeans.

The potato herbicides Linuron and Metribuzin easily control volunteer canola of all varieties and modified herbicide tolerances, and the same goes for phenoxy herbicides (MCPA,2,4-D, 2,4-DB etc) in small grains and forages.

## Hybrid selection

Choosing the hybrids to grow is a major decision. The seed sellers will have a great deal of information about the varieties they supply. Use comparison data from as many sources as possible to choose hybrids that are appropriate for your area and management plan.

Variety trials are regularly conducted by The Ontario Canola Growers, and your provincial extension personnel. There are several early season varieties available that will mature and yield well under Maritime conditions. Disease resistance is a significant feature that companies have bred into their hybrids. White mould resistance is of particular value in the cool, damp conditions found in this part of Canada.

Many canola hybrids are now genetically modified to be herbicide tolerant. There are two main traits: Round-up Ready$^{tm}$ and Liberty Linked$^{tm}$. Your choice of herbicide is made when you choose your seed. Canola will not be killed by the herbicide to which it is tolerant, but weeds will still be controlled. When choosing a herbicide tolerance, bear in mind that any volunteer canola that may emerge in subsequent years will also have that tolerance. Plan to rotate herbicide tolerances for the benefit of future crops. (See *Weed control*). Non-GMO hybrids are also available, such as Clearfield$^{tm}$. There will be a group of herbicides listed for these hybrids that are safe and effective without genetic modification technology.

Herbicide traits carry an additional technology fee that is usually charged at the time of seed purchase. Some companies include it in the price of the seed, and some add it as an additional charge on the invoice. Make sure any technology fees are included in the cost of the seed when comparing prices and the cost of production. Growers normally have to sign a technology use agreement (TUA), agreeing to follow the developer's requirements.

## Seeder calibration

The high cost of seed and the low seeding rate of canola warrant close attention to this step of canola production.

If seeding equipment cannot be adjusted to deliver the small amount of seed required per acre, it may be necessary to pre-blend the seed with corn grit, or mini MAP (mono ammonium phosphate) to bulk it up to a suitable setting on the seeder. A conventional grain drill and grass seed boxes can be used for seeding so long as the seed tubes are placed in the opening made by the discs.

For ground-driven seeders, take the following steps:

1. Measure the planting width in feet. If the seeder has sections, measure each section individually.
2. Measure the circumference of the drive wheel at its largest point in feet.
3. The wheel circumference multiplied by the planter width equals the number of square feet the planter will cover per revolution of the drive wheel.
4. Square feet in an acre (43,560) divided by the square feet per revolution equals the number of wheel revolutions needed to cover an acre.
5. 1/10 of an acre is a good sample size. 1/10 of the number of revolutions per acre will be the target number of wheel turns during the rest of the calibration.
6. Lift the planter so that the drive wheel can be turned easily by hand.
7. Place collector containers under all seed runs. Most seeders will allow the seed tubes from several runs to be grouped together in one container.
8. Turn the drive wheel the calculated number of turns for 1/10 acre and collect the seed. Ensure that all seed runs are flowing at the same rate by checking the weights collected from each run or group of runs as well as the total weight.
9. Adjust the seeder opening to the desired seeding rate. This will usually take several adjustments and sets of wheel turns and weighing of the collected seed.

**Example:**

Seeder width: 12 feet

Circumference of the drive wheel: 9 feet

12 X 9 = 108 square feet per revolution.

43,560 (square feet in an acre) divided by 108 = 403.3 revolutions per acre.

Desired seeding rate: 5 lbs (2,270 grams) per acre

1/10 seeding rate is 227 grams, 1/10 acre is 40.3 revolutions.

Adjust the seeder until 227 grams is collected with 40.3 turns of the drive wheel.

Allow a small amount over to account for wheel slippage.

## Seeding

Canola stand establishment is one of the most important factors in producing maximum yields.

The seed bed should be firm and slightly cloddy. Early seeding typically produces the highest yields, however, soil conditions at seeding will affect the yield more than the seeding date. It is advisable to seed as early as soil conditions allow. A soil temperature of 10 C is ideal for emergence, but seeding can start when the soil temperature reaches 5 C. Check the temperature with a soil thermometer at planting depth.

Rolling or packing prior to seeding helps to ensure a consistent seeding depth. Seeder press wheels generally provide good soil- to-seed contact, but rolling after seeding can help.

Plants seeds ½ to 1 inch deep or slightly deeper if the soil is dry. Under very dry conditions it is better to wait for moisture than to plant deeper than 1 ¼ inches. Planting speed can influence the consistency of the seed depth. 3 to 4 mph has shown to be much more consistent than 5mph or higher.

Certified seed is pre-treated with fungicide for protection from early season seed and seedling diseases, and insecticide for the early control of flea beetles (between two and four weeks). It is best to seed when emergence will occur as quickly as possible to avoid an extended emergence period when insects and diseases may overwhelm the seed treatment and cause reduced plant stand.

Remember that flowering occurs 50 to 55 days after planting. High temperatures during flowering will cause plant stress and lower yields more than adverse weather conditions at any other crop stage. Planting early in most areas will avoid matching flowering with the hottest part of the season.

**Square Foot Ring**

**Rate:**

The seeding rate should achieve a final plant stand of 7 to 14 plants per square foot. In 7.5 inch rows, this is 4.5 to 7.5 plants per running foot of row. Depending on the seed size, the seeding rate in pounds per acre must be adjusted. Seeding rate (lb/ac) = (desired population per square foot X 1000 seed weight / seed survival rate) / 10.4. The seedling survival rate (final stand) = % germination (from the seed tag) X % expected emergence.

**Examples:**

Example 1

Seed size: 5g  per 1000 seeds. 75% seed survival. 7 plants per square foot desired final population.

Seeding rate in lb/acre = 7 plants per sq foot X 5g per 1000 seeds / .75) / 10.4

= 4.5 lbs seed per acre.

Example 2.

Seed size 5g per 1000 seeds. 50 % seed survival. 7 plants per square foot desired final population.

((7 X 5)/.50)/10.4 =6.7 lbs seed per acre.

## Fertility

Most fertility trials have been conducted in Western Canada or Ontario where soil conditions are very different from the Maritimes. Further work is needed to verify the fertility recommendations below and fine-tune them for local conditions. In general terms the Canola Council of Canada suggests the ratio of nutrients for canola production is: N-5, P-2, K-4, S-1. This is a combination of what is provided by soil levels and added fertilizer and manure. For each bushel of yield expected the canola crop requires 2.75 to 3.5 lb Nitrogen, 1.5 lb P205, 2.5 lbs K20, and .5 to .8 lbs Sulphur. Nitrogen levels as high as 155 lbs are suggested by the Canola Council of Canada when yields are expected to reach 50 bu (2500 lbs/acre). In Atlantic Canada, yields in the 40 bu/ac range have been reported. The current Canadian average yield across the country is 30 bu/ac. (www.soyatech.com).

**Nitrogen**

With our realistic yield expectation between 30 and 40 bu/ac (1500 to 2000 lb/ac) Nitrogen rates of 90 to 120 lbs per acre should be sufficient. It can be in the form of urea, ammonium nitrate, or ammonium sulphate. Liquid and gaseous forms of N can also be used

When planting, N should not be mixed in with the seed because of the risk of salt injury to the canola. The only exception is the N that is available from a low rate of MAP (11-48-0 mono ammonium phosphate), which can be used as a starter with the seed. All other N should be broadcast or placed in a band with horizontal and vertical separation from the seed.

The appropriate amount of N to be used depends on the cost of a unit of N, the expected yield and the expected price of the canola. Tables are available from the Canola Council of Canada www.canolacouncil.org to determine economically appropriate N fertilizer levels for canola.

**Phosphorus**

Phosphorus (P) is needed for canola production in moderate amounts. Canola is a very good scavenger of soil phosphorus and most Maritime soils under cultivation, particularly if they have been in potato production or have a history of manure application, will have sufficient P levels.

Soils testing low for P should have 18 to 30 lbs per acre added. Cool conditions and very early planting benefit most from P applications. The maximum amount of P that can be safely used with the seed as a starter is 18 lbs per acre as MAP (mono-ammonium phosphate). Other low-salt, high quality liquid starters may be safe to use, but check with the manufacturer for full recommendations first. Broadcasting is an inefficient way to apply phosphorus because it combines readily with aluminum and iron in the soil to form insoluble and unavailable compounds. Broadcast rates would have to be two to four times the banded or seed placed rate to get the same result.

**Potassium**

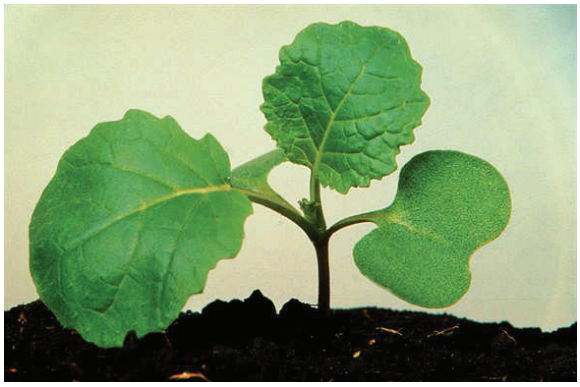
Potassium (Potash- K) is taken up by canola at 100 to 120 lbs per acre. Removal rates are 25 to 30 lb per acre for a 45 bushel (2250 lb) crop. In western Canada, there is usually sufficient K in the soil such that there is rarely a crop response from added K.

A shortage of K does not affect the yield of canola as much as a shortage of N or P. Fertility trials need to be done to confirm the ideal rates of K fertilizer. In low to medium testing soils, the addition of K is warranted. In high testing soils, the K can be mined or added at the removal rate to maintain soil levels. K should either be broadcast or, like N, banded away from the seed because of the high salt content in KCL (0-0-60 muriate of potash).

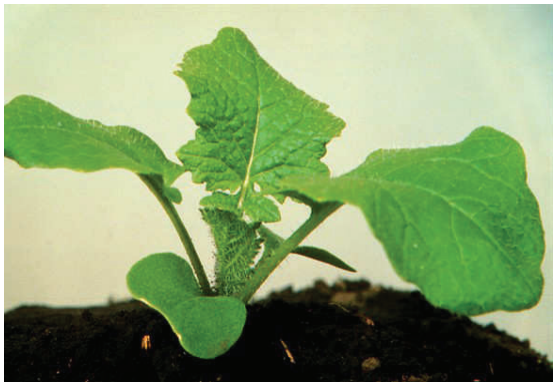
**Sulphur**

Twice the amount of sulphur (S) is required by canola as is needed by small grains. Deficiency is more likely to occur in a dry year and when high levels of N are added. 20 to 30 lbs of S per acre should be added as a hedge against deficiency. Sulphur is highly leachable in the soil. Heavy rains can move soil sulphur too deep in the soil profile to be plant available.

Local trials are needed to confirm the response of canola to S in the Maritimes. High-yielding Ontario crops have benefitted from 35 + lbs of S per acre with high N rates. The Canola Council of Canada recommends no less than 15 lbs of S per acre. An easy way to increase S levels is to substitute 60 lbs per acre of AN (34-0-0 ammonium nitrate with 100 lbs of AS (21-0-0-24S). This substitution will provide the same amount of N and 24 lbs of S.



2 Leaf Stage



4 Leaf Stage

## Weed control

Controlling weeds in the early stages of canola growth is very important. The two to four leaf stage of the canola plant is ideal for herbicide application. Once canola is established, it will out-compete most weeds. Weed competition during the early stages of canola stand establishment can severely impact yield. For this reason, it is better to concentrate on the weeds that emerge with the crop rather than the ones that emerge later. In the case of Liberty Linked$^{tm}$ (LL) or Round up Ready$^{tm}$ (RR) hybrids, one application of herbicide is usually enough. For non-GMO and GMO hybrids and herbicides, always read and follow all label directions carefully.

Growers have reported good response to foliar applications of fertilizer at this crop stage (early plant establishment 2 to 4 leaves). Check carefully for compatibility and appropriate timing before tank-mixing herbicides and nutrients.

Check and double-check what herbicide tolerant hybrid is planted in each location. Every year, fields of canola are destroyed or replanted when the wrong herbicide is applied. Glyfosate will kill LL canola and Liberty Herbicide$^{tm}$ will kill RR canola. Check before spraying.

## Crop stages

### Early emergence (two to four leaves)

The first two leaves that emerge are not true leaves, but cotyledons or seed leaves. The two-leaf stage begins when the first true leaves emerge. At this stage of development, the growing point is above ground and can be damaged by frost. Canola can recover from frost damage if the growing point is undamaged. Soon after emergence, flea beetles can cause damage. Certified seed is treated with an insecticide that should protect the small plants for two to four weeks. Pressure from insects and slow emergence could warrant a foliar insect control. Once the crop reaches four leaves it can withstand most flea beetle damage.

**Cotyledon Stage**

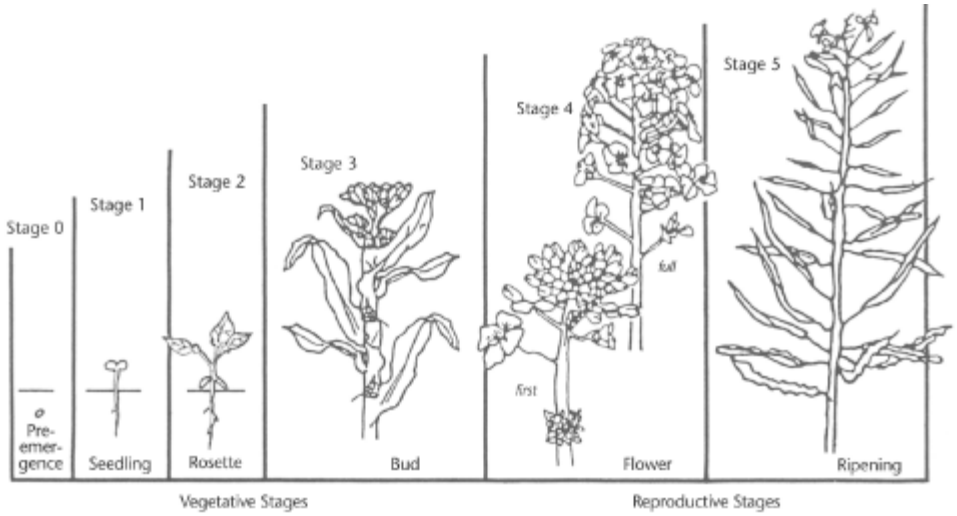
**2 leaf Stage**

**Vegetative growth and early budding**

Leaves continue to expand and new ones emerge from the middle of the rosette. Strong growth at this stage relates to overall growth and final yield. Growers have reported good response to foliar application of fertilizer at this stage, with plants producing better root growth and leaf expansion.

Flower buds begin to form in response to warmer temperatures and longer days, and the canola plant prepares to bolt. Insects and disease to scout for at this stage are Alternaria (black spot), cabbage seed pod weevil, Diamond back moth and Tarnished (Lygus) bugs. These insects and diseases have not been reported at damaging levels in the Maritimes at this time. As more canola is grown, however, they can be expected to increase in incidence and severity.

Extended humid conditions encourage Alternaria. Watch out for brown to black spots on leaves, stems, and pods. A fungicide treatment at late flowering may be advisable.



**Flowering**

Flowering begins 50 to 55 days after planting. The rosette sends up a central stem with flowers forming along it and on lateral branches. Flowers open from the bottom to the top, and continue to form for two to three weeks as the flower stem extends upward to its maximum height at the completion of flowering.

High temperatures over 28 C during flowering can cause flower blast and abortion of pods. Sustained high temperatures can lead to Brown Seed problems as the result of free fatty acids in the seeds. Continued insect scouting is important, as well as the accurate timing of Sclerotinia white mould fungicide. Trials in Ontario have shown that an application of boron at this stage can improve yield, particularly in years where high temperatures and dry conditions cause flowers to abort and not form pods.

**Ripening**

The pods will be filled 30 to 40 days after flower opening. Continue to scout for insect pests. This is a good time to rate the effectiveness of your white mould control program. Badly infected plants will appear to ripen earlier than healthy plants. Check the lower part of the stem to confirm infection. There is no effective control measure to apply at this time if white mould is found; prevention is the method of control.

Canola pods ripen from the bottom of the plant to the top, and on lateral branches, from the closest to the stem, outward. As the seed matures, it changes in colour and firmness from green and easy-to-crush by hand, to reddish, then brown to black and hard.

In hot, dry conditions, canola can ripen very quickly. The green colour of the field will turn yellow, then tan brown. It can take some time for the lower parts of the stem to dry down after the upper portion of the plant has dried. Harvest aids, such as Reglone (Diquat), can be applied to even the drying. Desiccants should be applied only after at least 60% of the seeds on the main stem have turned from green to brown or black. Applying desiccants earlier will result in under-mature (green) seed that may reduce the overall grade. Non Roundup Ready$^{tm}$ hybrids can be dried down slowly with a pre-harvest application of Glyfosate. Plan to apply the desiccant at the point at which at least 50% of the seeds on the main stem have turned colour (30% seed moisture).

**Pod Filling**

**Ripe pods**

## Harvest

Canola is ready to be harvested when seed moisture reaches 10%. Some growers will begin to harvest when moisture is slightly higher, because it can drop during a good drying day by a percentage point or more. Even so, the addition of good quality air in storage, directly after harvest, will be necessary.

Harvesting should take place as soon as canola is ready or seed pod shattering can occur. Most canola in eastern Canada is direct combined. This harvesting method allows the maximum time for seed filling, which helps to increase weight and oil content.

Harvest aids classed as pod stickers or sealers have been used effectively to reduce pod shatter. Pod stickers are polymers that form a flexible seal over the pod seam and prevent significant pod shatter for up to six to eight weeks. They must be applied while pods are still flexible enough to bend into a “V” shape without splitting. Pod stickers do not slow down or speed up the drying process. Desiccants such as Reglone will speed the drying process and will even up fields that are maturing un-evenly. Stripes or patches of green in an otherwise yellow to brown field indicate un-even ripening.

Swathing is another method to speed drying and reduce green seed. Laying canola down to dry in between the stubble can reduce shattering and the effects of frost. Specialized swathing equipment is needed as well as a pickup reel on the combine. The majority of canola is direct combined from Ontario eastwards. Swathing is more common in the West where high winds and large exposed fields cause shatter losses. Early frosts are more common as well. The proper timing of swathing in your area should be discussed with your local agronomist.

## Storage

Canola is usually harvested early in the Maritimes when it can still be quite warm. It is important to remove the field heat from newly stored canola as quickly as possible by running your fans. Even dry canola can heat in storage if it is not properly ventilated. Canola has high static pressure and is small seeded. Special canola floors are needed in grain storages that are small enough to keep the seed from sifting through, yet numerous enough to allow air flow up through the tank. The high static pressure requires large capacity fans to move the volume of air needed. Consult with your tank and fan manufacturer for the proper combination. The deeper the canola in the tank, the more fan capacity is needed.

Store canola carefully and monitor tanks often. Run fans with good quality (cool, dry) air until stable. Storing canola that is a little drier than 10% is much safer than storing canola that is a little wetter.

The storage of any grain is a complex procedure. The Canadian Canola Council has detailed information on its website: [www.canolacouncil.org/](www.canolacouncil.org/)

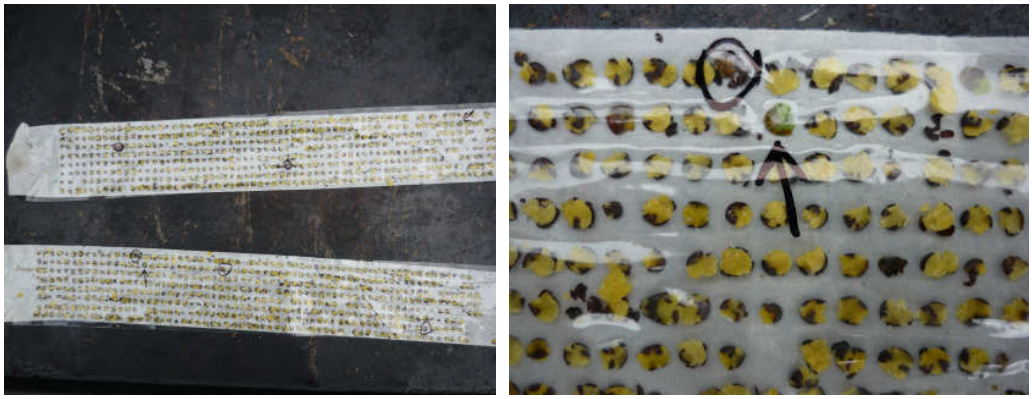
**Canola Storage Temiskaming**

## Quality

Dockage in canola can take the form of crushed seeds and small material, or the larger pods, trash, and other material. Over-dry canola (below 7%) can crush and break in the combine, causing an increase in dockage. Larger dockage that is not cleaned out of the combine is usually the result of an incorrect combine set up. Begin with the settings for canola recommended in your owner's manual and fine-tune for your conditions. A small amount of pod and trash in the canola is acceptable if the alternative is losing canola seed out the back as the result of too aggressive cleaning. 1 to 2 % dockage is reasonable for #2 or higher grade.

The factors that most commonly cause poor grades are green / damaged seed and heated seed. Bushel weight is not commonly measured when grading canola. Green (immature) seeds are distinctly green when crushed. Causes can include desiccating or swathing too early, an early frost, and uneven crop maturity. Brown seed (damaged) is caused by excessively hot and dry conditions during pod fill, resulting in free fatty acids in the canola. It is sometimes incorrectly graded as heated seed, which is a condition that occurs only in storage. Perform a crush test at harvest to ensure that the canola is mature, and contains few green seeds. The maximum allowed for Canada #1 is 2% and 6% for # 2. Green seed is impossible to see without crushing the pods, because the outer shell will be brown to black in colour and look normal.

Quality canola in the bin is the result of many correct practices throughout the growing season. Of primary importance is good seeding. Inconsistent depth can result in uneven maturity, and immature green seeds in your sample. Regardless of the commodity price of grain, quality will always be in demand.



**Crush test with Brown Seed circled, and Green Seed with arrow.**

## Insects

In Western Canada, there are many pests of concern for canola growers. Fortunately, there have been few reports of damaging levels of insects in the Maritimes.

## Flea Beetles (Phyllotreta cruciferae (G) and Phyllotreta striolata (F.))

These are small dark beetles that jump like fleas when disturbed. They cause damage by shot hole feeding. Flea beetles are a common pest, but they rarely pose a problem because certified canola seed is treated with insecticide that controls this early season pest for up to four weeks. Once canola reaches the four-leaf stage, it can out-grow flea beetle damage and control is rarely needed. Poor spring conditions or planting too deep can delay emergence long enough for the plants to require a foliar control.

**Lygus orTarnished Plant Bugs (Lygus lineolaris*)*** are small, oval-shaped insects that feed on a variety of crops and weeds. They can be light brown to almost black in colour with a “V” marking. Lygus bugs use their piercing and sucking mouth parts to puncture the plant and extract juices, which causes lesions on buds, stems, flowers, and pods. As they feed, the toxin in their saliva causes further tissue damage and wilting. There is no economic action threshold population established for Ontario or the Maritimes. Sweep netting is the preferred method of scouting.

Lygus Bug Adult

**Diamondback Moth (Plutella xylostella L.)** migrate into our northern zones from the southern states. The moths are carried up to us on southerly winds. They can produce multiple generations once they arrive. The moths lay eggs that develop into larvae that feed on leaves and pods. The damage done to the foliage is rarely serious enough to require a control. Infestations that feed on the pods are more damaging and can require an application of insecticide. Scout carefully for damage in the vegetative stage and during pod filling.

Diamondback Adult

Diamondback Larvae

**Cutworms - Red-Backed (Euxoa ochrogaster G), Pale Western (Agrotis orthogonia M.)**

As the name suggests, cutworms can cause damage in the seedling stages of canola by feeding on the plant at ground level. They are most active at night, hiding just under the soil during the day. Patches of fallen or missing plants, and large numbers of birds in the field during seedling and early establishment are signs of cutworm infestation. Scout carefully early in stand establishment. 3 to 4 cutworms per square meter is the economic threshold for control. Insecticides are generally more effective when sprayed in the evening to increase exposure to the pest. Read the product label for directions.

Flea beetles and Lygus bugs are currently pests of potato and other Maritime crops, they are likely candidates to become canola pests. Other insect pests that could potentially affect canola include Aphids, Bertha armyworm, Blossom Beetles, and the Cabbage Seed Pod Weevil. For a full list of potential insect pests, see the Canola Council of Canada website: www.canolacouncil.org/.

Cutworms

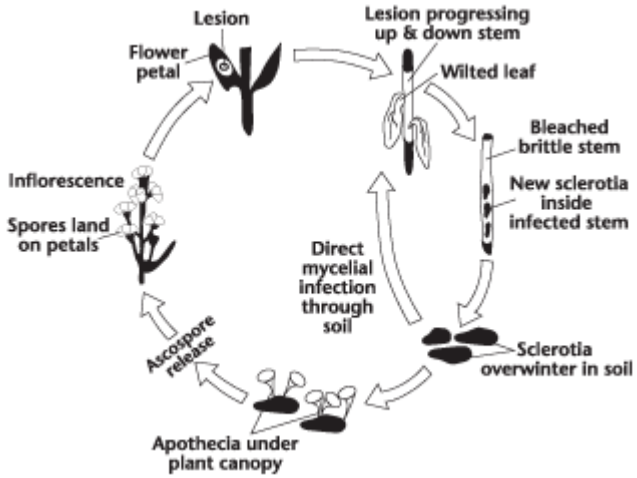
Cutworm Damage

## Diseases

**Sclerotinia White Mould** *Sclerotinia sclerotiorum*(also known as Sclerotinia stem rot) is most severe in higher rainfall areas. Typical Maritime weather makes this a disease that can affect canola yields most years. Quality can also be negatively affected by contamination of sclerotia, the hard black overwintering bodies of the disease in your sample.

The spores released by the apothecia growing from the overwintering sclerotia land on the flower petal of the canola. The petals provide the food source to allow the spores to penetrate the stems and other plant parts. When the flower petals fall from the spike, they land in leaf axils, or stem branches, where water droplets can frequently be found. Two to three weeks after infection, soft watery lesions develop on the stems and branches. The lesions become greyish white and form cotton-like mycelium. Girdled stems will cause premature ripening. Brown or tan plants will show up in an otherwise green field. Infected plants produce fewer pods and seeds that are smaller and lighter. Severely infected plants will lodge when girdled stems break.

Some seed companies are breeding sclerotinia resistance into their canola hybrids. At this time, complete resistance is not available. Preventative applications of fungicide are currently the best defence against white mould. Fungicides are most effective when they are applied to the flower petals before they fall off and infect the stems. Fungicide that also penetrates the foliage and contacts the lower stems and branches will reduce the disease as well. The ideal time for application is 25 to 30% bloom in order to contact as many petals as possible and penetrate the foliage. A second application is sometimes listed on product labels, but it is very difficult to get the timing right for this because the flowers are developing so quickly. In most cases, a single, well-timed application of fungicide will reduce the presence of white mould to below economic damaging levels. Always read and follow all label instructions.



**Alternaria Black Spot** (*Alternaria alternata* & *Alternaria raphani)*:

Alternaria Black Spot is on of the most common diseases of canola in Western Canada. It can infect all growth stages of the plant however aging plants are more susceptible than young or intermediate plants. Black Spot infections intensify at flowering and reach their maximum at pod filling. Infections early in the growth cycle are unlikely to affect yield, however when the disease spreads onto green pods it may increase the green seed count and cause pre-mature pod shatter. The disease first appears on the cotyledons in the form of small light brown lesions that soon turn black due to the appearance of spore masses (under humid conditions) and act as a source of infection for other parts of the plant. The initial infections on lower leaves develop distinct brown to blackish lesions or spots with yellow halos around them. These lesions can multiply rapidly and later spread to the upper leaves, stem and pods.

Aerial fungicide application applied at 95% flowering provides economical control of this disease. Research studies on the control of black spot disease by AAFC Saskatoon, SK Research Centre and Alberta Agriculture Food and Rural Development showed yield increases ranging from 9 to 36% where a fungicide was applied at late flowering. In Atlantic Canada where spraying by aircraft is not common, the benefits and risks of ground application at late flowering need to be tested.

Alternaria Black Spot on Leaves and Pod

# Soybean

Table of Contents


1. Introduction ..... 1
   a. Why soybeans in Atlantic Region? ..... 1
   b. Purpose of this manual ..... 1
   c. Botanical background ..... 1
   d. Role in a rotation ..... 2
2. Soybean Growth Stages ..... 4
3. Markets for Soybean ..... 7
   a. Feed and oil types ..... 7
   b. Human consumption dry beans ..... 7
   c. Organic ..... 7
   d. Edamame ..... 7
4. Identity Preserved (IP) ..... 8
5. Steps to grow soybeans ..... 9
   a. Cultivars ..... 9
   b. Inoculation ..... 10
   c. Seed treatment ..... 12
   d. Preparing the seedbed ..... 12
   e. Soil and Fertility ..... 13
   f. Crop removal rates ..... 14
   g. Planting date ..... 15
   h. Seeding rates, depth and speed ..... 15
   i. Weed management ..... 16
   j. Disease and Foliar Fungicides ..... 18
   k. Pest and Insecticides ..... 21
6. Harvesting and Storage ..... 21
   a. Timing of harvest ..... 21
   b. Combine set-up ..... 21
   c. Storage & Drying ..... 21
7. Marketing ..... 21
   a. Feed and conventional use Soybean ..... 22
   b. IP Soybeans ..... 22
   c. Organic beans ..... 22

Acknowledgements ..... 22

References ..... 23

# Soybean Production Manual for Atlantic Canada

## 1. Introduction

### a. Why soybeans in the Atlantic Region?

Soybean (*Glycine max* L Merr) is a crop that has been adapted both through breeding and management to many different growing regions. In Atlantic Canada, the increasing need for production of protein to support the livestock industry, the growing Identity Preserved (IP) edible market and the emerging industrial market have combined to stimulate increasing acreages of soybeans in the region.

### b. Purpose of this manual

This manual has taken basic agronomic information and combined it with recent local research and management data to produce a practical guide to soybean production in the region for use by growers, extension personnel and students. We have incorporated information on practices currently used in the Atlantic Canada from numerous sources including growers, extension workers and soybean buyers. This manual is intended to give a general overview of successful soybean practices in the region.

### c. Botanical background

There are two types of flowering strategy in soybeans, determinate and indeterminate. Once flower initiation occurs, indeterminate and determinate plants differ dramatically in stem growth habit. Indeterminate plants continue to develop leaves on the main stem and branches throughout the flowering period, which can last as long as 40 days. In contrast, determinate plants cease growth on the main stem at the beginning of bloom (R1), but leaves continue to develop on branches (which will hold most of the yield) until the beginning seed growth stage(R5). **In the Maritime Provinces indeterminate soybeans are mainly grown since determinate plants are best suited for longer growing seasons**

The short-season indeterminate types of soybean plants common to our heat unit area are 24-36 inches in height, bearing typically 20-40 pods. Seeds are largely straw yellow and grow in pods (usually 2-3 seeds to a pod) attached to the plant's stem. The plant has leaves with three leaflets. The leaves, pods, and stems are typically covered with soft brown hairs. The roots bear nodules formed by Brady*rhizobium japonicum*, which extract nitrogen from the air and fix it in the soil, where it stimulates the growth of both the soybeans themselves and of other crops planted later in the same place. Soybeans typically mature and are ready to harvest 120 - 135

days after they are planted; however there are very early varieties that mature in only 75 days and very late varieties that take 200 days or more.

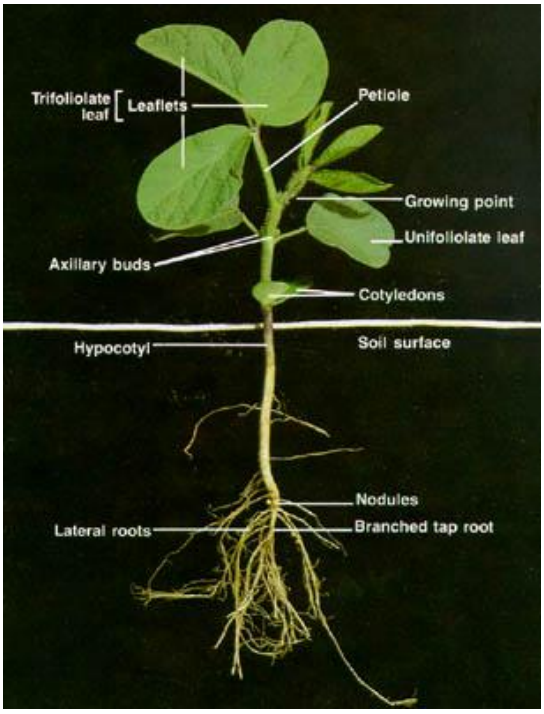



Figure 1. Soybean plant. (Source: MacWilliams et al. 2004).

**d. Role in a rotation**

Soybeans yield well when grown in rotation with cereals. In a study conducted at Ridgetown College, University of Guelph, a rotation of soybeans, winter wheat and corn had the highest soybean yield and a continuous soybean rotation had the lowest yield (Table 1). Soybeans should not be grown in the same field in consecutive years because of potential disease problems such as phytophthora and rhizoctonia root rots which tend to increase in severity in a soybean monoculture. A short rotation may also increase the potential in the future for other diseases, soybean cyst nematodes (SCN) and soil degradation. The life cycles of common crop diseases and insect pests should be considered when planning a rotation. White mold (*Sclerotinia sclerotiorum*) is also common to edible beans, canola, carrots, and sunflowers so one or more of these crops in rotation with soybeans may cause production problems. Winter wheat, spring grains and corn are the preferred crops for rotation with soybeans.

Table 1. Ontario soybean yield response under various crop rotations (1997-2000).

| | Soybean Yield | |
|---|---|---|
| **Crop Rotation** | **t/ha** | **Bu/acre** |
| Continuous soybeans | 2.89 | 43 |
| Corn, Soybean | 3.09 | 46 |
| Winter wheat, soybeans | 3.23 | 48 |
| Winter wheat, corn, soybeans | 3.23 | 48 |
| Ridgetown College, University of Guelph, 1997-2000. | | |

Typical rotations in the Maritime Provinces depending on the area and what other crops are grown include:

Potato, Soybean, Rye grass
Potato, Cereal under seeded with a Forage, Soybean
Potato, Soybean, Grain,
Forage, Soybean, Corn silage
Onions, Winter wheat, Soybean, Corn
Carrots, Winter wheat, Soybean, Grain corn
Winter wheat, Soybean, Corn
Soybean, Wheat, Corn

**Note**: these are sample rotations and other options are a distinct possibility; if in doubt, a discussion with a local agricultural specialist is advised. In particular, in an organic growing system, there are different considerations to factor and normally rotations are longer. Examples of an organic rotation include:

Wheat, Soybean, Barley, Potato
Clover, Clover, Wheat, Soybeans, (Manure) Barley, and oats as a nurse crop underseeded to Clover.

## 2. Soybean Growth Stages

The standard descriptive growth stages for soybeans are shown in Figure 2 and are described below. It is important to be familiar with these stages as they are used to describe such things as timing of pesticide applications and when to assess the crop for characteristics such as level of nodulation (**note areas in bold**).

**V= vegetative stages**

**VE – Emergence**- Seedlings emerge from soil and cotyledons are above soil surface. **Note: Emergence can be hindered by crusting.**

**VC – Unifoliate** - Hypocotyl straightens, cotyledons unfold. The first true leaves that emerge are unifoliate (one-leaflet) leaves; the VE stage is when these first unifoliate leaves unroll so that leaf edges are not touching. Growing point is above the soil. **Note: Frost can kill the plant at this stage**.

**V1- First Trifoliate** - First trifoliate (leaf with three leaflets) has emerged and opened (unifoliate leaves are now considered fully developed). **Start of critical weed-free period**.

**V2- Second Trifoliate** - Plants are 6-8 inches (15-20cm) tall and have three nodes with two unfolded leaflets. **Active nitrogen fixation from the bacteria is just beginning to occur.**

**V3- Third Trifoliate** - Three trifoliate leaves emerged and opened (3 nodes on main stem with fully developed leaves, start with the unifoliate node). **End of critical weed free period**.

**R1= Reproductive stages**

**R1- Beginning Bloom** - One open flower visible from any node on stem. Flowering is triggered by changing day length. Root growth rates increase. **Extreme heat (over 32$^{o}$C) can reduce growth, flowering and pod development.**

**R3- Beginning Pod** - Short pods visible at top 4 nodes of main stem with fully developed leaves. Look for 2-3 seeds per pod. **Flowering peaks.**

**R5- Beginning Seed** - Seed 0.3 cm long within upper (top 4) pods. Flowering completed except for some branches. Plant reaches maximum height and leaf area. Nitrogen fixation rates reach maximum and begin to decline. **Rapid nutrient uptake and redistribution of stored nutrients to pods**.

**R8- Full Maturity** - 95% of pods have changed to brown colour. **Harvest moisture reached in 1-2 weeks after R8.**

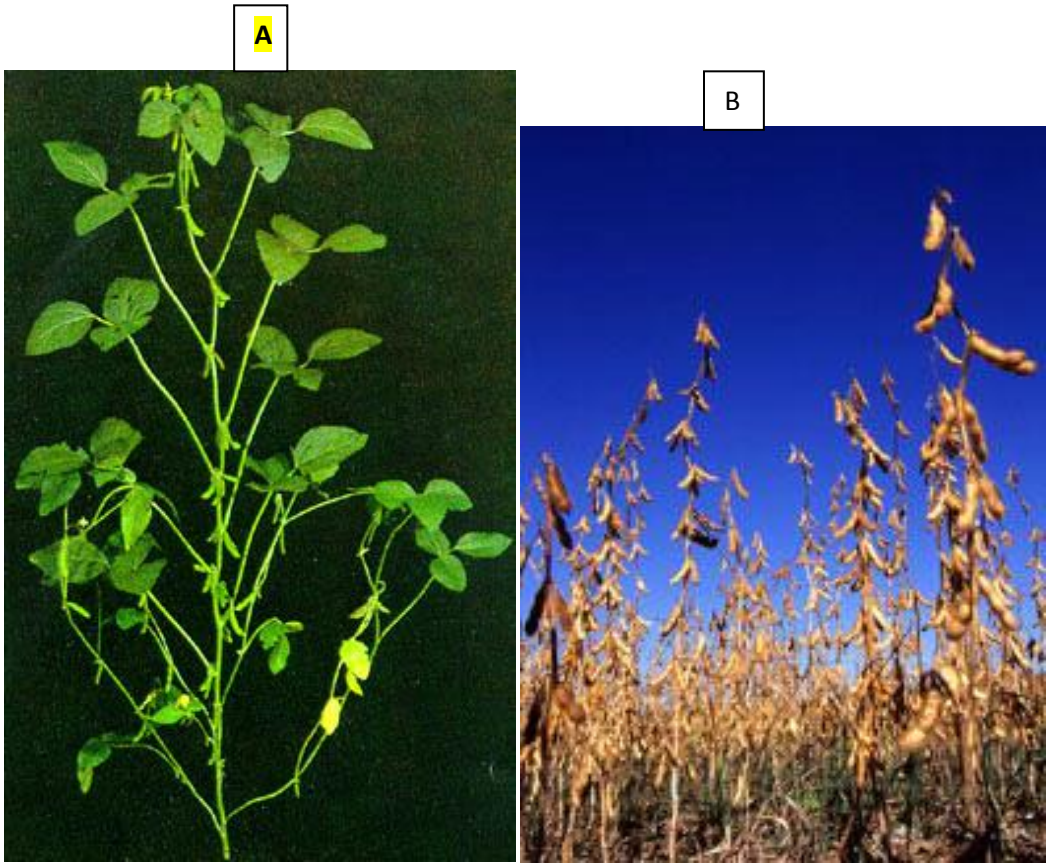
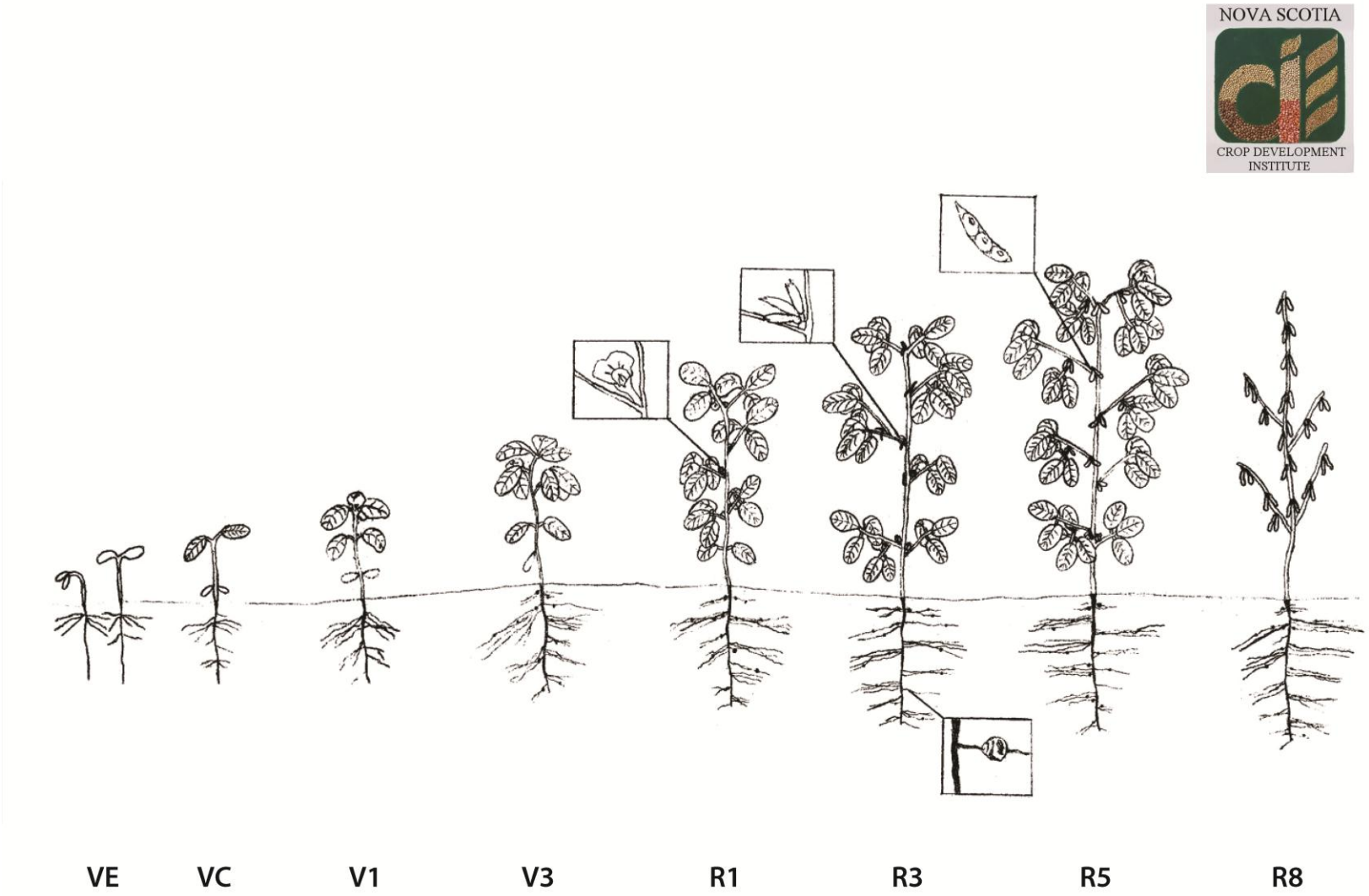



Figure 3a. Soybean stages R5 (Source: MacWilliams et al. 2004) and Figure 3b R8 (USDA).

Figure 2. Soybean growth stages



## 3. Markets for Soybean

### a. Feed and oil types

Soybeans are grown for production of oil and high-protein meal. Soybean oil is used in salad oil, shortening and margarine products. Defatted soybean meal is used as a protein supplement in livestock rations. Key quality factors for oil beans are oil content, protein content, and fatty acid composition. Oil and protein content give quantitative estimates of the beans as a source of oil, and defatted meal as a source of protein for animal feed. The fatty acid composition provides information about the nutritional, physical and chemical characteristics of the oil extracted from the beans

### b. Human consumption dry beans

Food beans are varieties of soybeans that have been bred for specific qualities required in the production of traditional soy foods. The most common is tofu. The quality characteristics of these beans for human consumption depend on the end use and is measured by such attributes as a clear or white hilum, seed size, and protein content.

**Two specialty types of soybeans are natto and miso types:**

**Nattō** is a traditional Japanese food made from soybeans fermented with *Bacillus subtilis.*

**Miso** is a traditional Japanese seasoning produced by fermenting rice, barley, and/or soybeans, with salt and the fungus *kōjikin*, the most typical miso being made with soy. The result is a thick paste used for sauces and spreads, pickling vegetables or meats, and mixing with dashi soup stock to serve as miso soup called *misoshiru*, a Japanese culinary staple.

### c. Organic

The organic soybean market and acreage in the Maritimes is on the rise with the increased demand for organic livestock feed sources and human consumption beans grown locally and organically.

### d. Edamame

Edamame refers to specialty varieties of edible green vegetable soybeans. While it is the same species as the traditional grain soybean (*Glycine max*), edamame have a

sweet, nutty flavor and a larger seed with better digestibility. Edamame is an important vegetable in Asia, where it is harvested and eaten in the green stage. Demand for edamame has grown with the popularity of Asian cuisine. In addition, edamame reportedly has many health benefits. Green pods are very high in protein, and contain several isoflavones which have positive health benefits, including anti-cancer activity. Preliminary research done by the NS Crop Development Institute has shown that several edamame-type varieties grow well in the region and produce acceptable yields and quality. This market has not yet been developed locally but holds promise for expansion.

### 4. Identity Preserved (IP)

Identity preserved (IP) production is a system of protocols and documentation that maintains the identity of a crop from seed supplier through to end user. Identity preserved production is a way to assure the end user that the product purchased is of a specific variety and has not been contaminated. Many IP crops are destined for human consumption food markets that have clearly defined quality specifications, especially when linked to overseas markets.

Canadian soybean growers have grown IP soybeans for specialty markets for over three decades. Producers usually grow food grade soybeans under contract from their local elevator. The IP contract signed by the grower outlines production standards and quality requirements, which will meet the needs of international customers.

IP soybeans are grown from certified seed, which ensures the genetic and mechanical purity of the variety. Proper handling and storage of the IP crop is taken to avoid co-mingling with another crop. All equipment, such as planters, combines, augers, and elevators and storage bins must be thoroughly cleaned. Finally, there must be traceability. Everything must be documented, and there must be a paper or electronic trail of every step in the IP system.

#### Isolation

Often isolation of the edible soybean from GM soybeans is required and approved isolation distance for the IP crop must be used. The Canadian Seed Growers Association isolation standard for certified soybean seed is 3 metres between another soybean and another pulse crop (Bean, Fababean, Lentil, Lupin, or Pea). There is no isolation distance necessary between soybeans and crops of Barley, Buckwheat, Canaryseed, Flax, Oat, Rye, Triticale, and wheat providing the crops do not overlap. Growers should attempt to leave a minimum of 1 metre isolation between an IP soybean field and fields of crops that do not require the 3 metre isolation.

When harvesting IP soybeans, the most important concern is cleanliness. Before harvesting begins all tanks, trucks, wagons, combines, augurs conveyors and storage tanks must be properly cleaned to prevent contamination with any crop or contaminants especially Roundup-Ready soybeans. Harvest of IP soybeans cannot be started until stems and weeds have dried down completely to avoid staining of the soybeans. If stalks are not completely dried down they will rub on the soybeans and produce 'dirt tag'. The dirt tag does not fade over time and soybeans will be refused by your buyer. IP soybeans should be harvested at 14 % moisture.

It is essential to maintain seed quality of IP beans since staining and mechanical damage at harvest can downgrade the quality. Staining can occur from weeds present at harvest, immature beans, soil, and dust. Soybeans must pass strict criteria in order to be eligible for the IP premium.

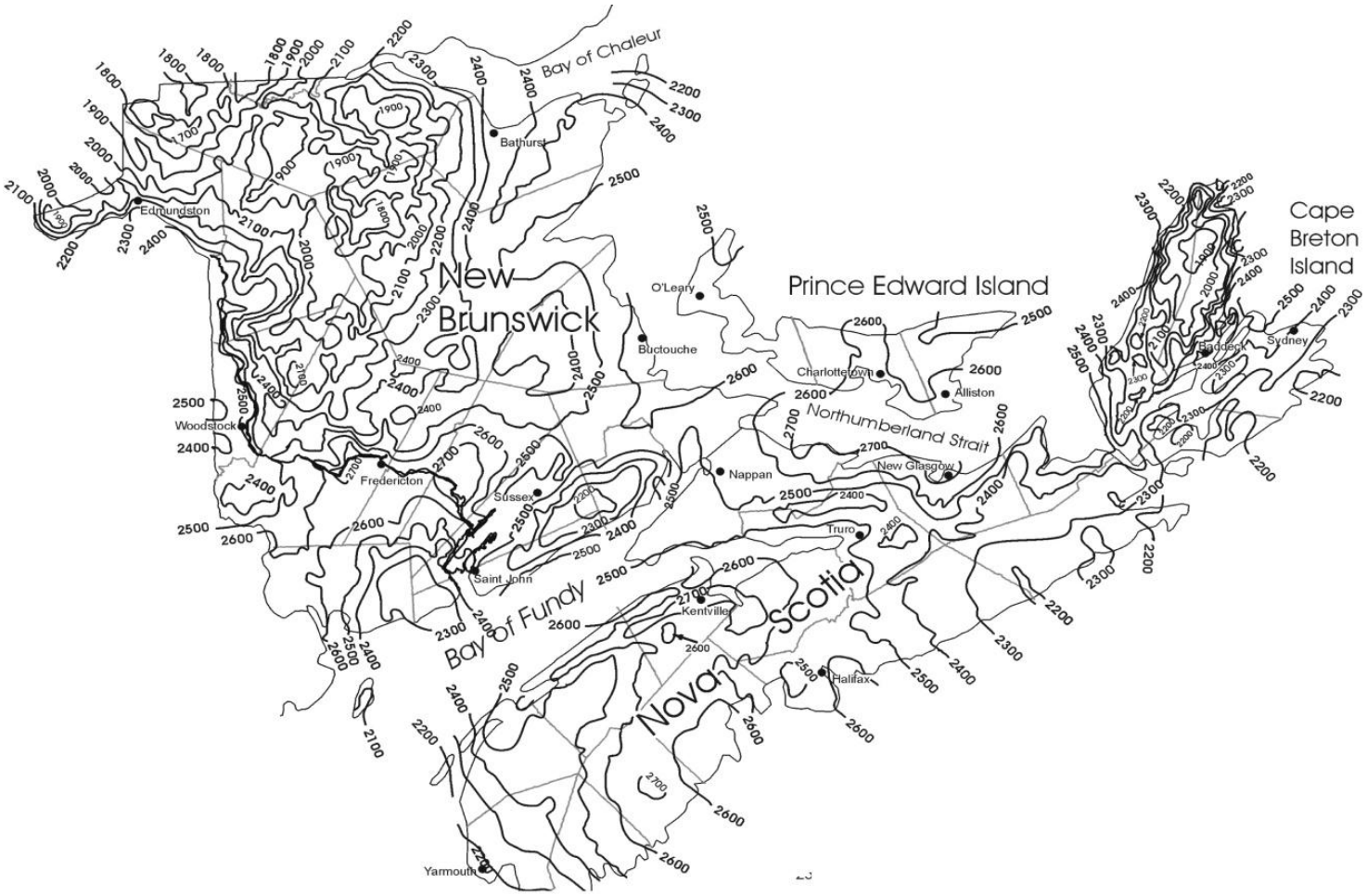
## 5. Steps to grow soybeans

### a. Cultivars

Cultivars grown in the region include Conventional (non-GM) Beans and Genetically Modified (non-GM) types which allow for a post-emergent application of a broad-spectrum herbicide. At this time there are two major groups of GM beans: RoundUp Ready (RR) andLiberty Link (LL); the former is resistant to glyphosate and the latter to glufosinate. ()..
Most beans grown for the livestock feed and industrial crush market are RR or LL varieties due to the ease of weed management. Varieties grown in the Atlantic Region for food markets, especially those for export, are mainly conventional non-GM varieties due to market demands.

Choosing a soybean cultivar should be based on an evaluation of market and local growing region. Soybeans vary widely in heat unit requirements and should be selected based on geographic location and management practices. A good resource to assess variety potential is the Maritime Soybean Variety Evaluation Summary. In most areas of the region, the maximum heat unit type planted is 2650. Growing small areas of several varieties with a range of heat units for a couple of years can help determine what is the optimum heat unit variety that can be grown on a particular farm.

Figure 5. Average crop heat units available for grain corn and soybean production in the Maritime Provinces for the period 1971 to 2000 period. (Source: Bootsma et al. 2006)




b. **Inoculation**

When soybeans are planted in fields with no previous history of soybeans, inoculation with soybean rhizobia is essential to obtain high yields. *Bradyrhizobium japonicum* are soil bacteria specific to soybean roots that establish nodules early in the development of the crop. They fix nitrogen from the air and provide nitrogen to the soybean plant; in return, the soybean plant provides sugars to the bacteria in the symbiotic relationship.

Soybean seed inoculant is available in three forms: peat based, liquid, and granular. Inoculants vary in shelf life between 30 to 120 days. Recently, farmers in the Maritimes have preferred pre inoculated seeds. In addition most producers will also re-inoculate with a liquid at time of planting where most fields have not had beans prior.

Left over seed from the previous season definitely should be re- inoculated. Historically, peat based powdered inoculants are the most popular commercial form. Liquid inoculants are either aqueous, oil, or polymer based, and have become more popular in recent years because of their ease of use. Soybean inoculants are inexpensive and are becoming more convenient, with new bulk seed applications and bacterial life extenders allowing inoculant to live on stored seed for much longer periods while maintaining effectiveness.

Many growers have found that it is good insurance to inoculate every year. Experiments in Ontario have shown a 0.5 % increase in crude protein and an average annual yield advantage of 0.084 (T/ha) with responses as high as 0.40 (T/ha) when soybeans were properly inoculated compared to no inoculation Adequate nodulation requires about 7-14 nodules per plant by the R1 (first flower) growth stage. When checking the roots, they should be dug carefully to avoid breaking off the nodules. At least 10 sites in the field should be checked to make an accurate evaluation.

If fewer than 5 active (pink coloured inside) nodules are present, another assessment should be done after a week. (See Soil and Fertility section to determine steps to take if nodulation is low). The number of nodules formed on the roots along with the amount of nitrogen fixed continues to increase until growth stage R5. Nodules that are fixing nitrogen are pink or red inside while white, green or brown nodules indicate that little or no fixation is occurring. Inoculant failure can occur when the soil is dry or under low soil pH conditions as these will all cause inoculants to die prematurely. High soil N levels will also lead to reduced nodulation as plants will first use available soil nitrogen before allowing proper nodules to form. Lack of nodulation may also be due to absence of viable bacteria on the seed from improper inoculant or inoculated seed storage, or misapplication of product.

### c. Seed treatments

Common seed treatments (Table 2) used in the Maritimes include Apron Maxx® RFC, Cruiser Maxx®, Vitaflo®280. Seed treatments control seed borne and soil borne diseases such as seed rots, blights, common bunt, smuts and certain chewing and sucking insects.

Table 2*. Common seed treatments for soybeans.

| Seed treatment | Active Ingredient | Pests or disease controlled |
|---|---|---|
| Vitaflo®280 | Carboxin (15.6 %)<br>Thiram (13.2) | Damping-off, seed decay |
| Cruzer Maxx Beans® | Thiamethoxam (22.6%)<br>Metalaxyl (1.7%)<br>Fludio xonil (1.1%) | Wireworm<br>Seed Corn Maggot<br>European Chafer<br>Bean Leaf Beetle<br>Soybean Aphid<br>Seed decay, damping off, seedling blight and early season root rot. Seed borne Phomopsis. |
| Apron Maxx ®RFC | Fludioxonil (2.3 %)<br>Metalaxyl (3.5 %) | Seed decay, damping off, seedling blight and early season root rot. Seed borne Phomopsis. |

***Note**: This list may change over time and producers should check for changes and to assess seed treatment requirements based on their farm needs.

### d. Preparing the seedbed

Soybeans are suited to well-drained soils with reasonable P and K fertility and pH above 6.0. A firm level seed bed is crucial for proper seed placement and harvesting ease. No-till seeding will work well for soybeans if equipment and soil conditions permit good seed to soil contact and appropriate seeding depth. Under conventional tillage systems, some growers roll their fields after planting to push stones into the ground, to improve soil contact, and prepare the ground for harvest. Rolling the field just prior to emergence may increase the chance of soil

crusting which inhibits emergence. Caution must be taken when rolling fields during or after emergence since rolling will break the “knuckle stage” (early emergence stage) of the soybean damaging the crop.

Tillage is used to manage previous crop residue, reduce disease problems, incorporate fertilizer and lime, provide some weed control and to prepare a suitable seed bed. A seed bed should have a good surface that will prevent crust formation and allow rapid and even emergence.

With the increase of new soybean herbicides and better planting equipment, many growers have been able to produce good crops in minimum or no-till systems. No-till yields have been found to be similar to the fall moldboard plow; however, input costs for no-till are often lower and thus profit higher due to rising fuel costs.

Many growers are increasingly using no-till on 14” rows at 1” depth while some growers do not have the opportunity to use no-till due to the crops in the rotation (e.g., potatoes).

### e. Soil and Fertility

For healthy crops and high quality yields, it is important that nutrient elements be available to the plants in the proper amounts and in the right balance. Too much or too little of some elements can cause deficiencies of others.

Many farmers may view soybeans as a low fertility input crop compared to potatoes or corn, but soybeans still take up and remove substantial amounts of nutrients from the soil (Table 6). A soil test is the best way to determine fertilizer and lime requirements. A soil test should be taken once every two or three years.

Nitrogen fertilizers are not usually required for soybeans as they are legumes which fix nitrogen. However, soybeans can become nitrogen deficient when fixation is inefficient or not occurring. Nitrogen deficient soybeans will have pale green to yellow leaves. These symptoms can also be the result of other issues, especially if occurring in isolated areas of a field. Sulphur deficiency, low pH, and water-logged soils can all cause symptoms similar to nitrogen deficiency, so an accurate diagnosis is essential. 50 kg/ha of actual nitrogen at first flower can correct nitrogen deficiency in soybeans.

Soybeans take up phosphorus (P) throughout the growing season, with peak demand during flowering and seed development. Phosphorus deficiencies are widespread in the acidic soils of Atlantic Canada. Phosphorus deficient soybeans may appear darker green than normal and have stunted growth, delayed flowering and/or maturity, and have leaves that curl up and appear pointed.

High yielding soybeans take up large amounts of potassium (K). Soybean K uptake is highest during rapid vegetative growth and slows as seed formation begins. Potassium uptake is depressed by poor soil conditions such as compaction, excess moisture and poor aeration. Potassium deficiency will appear in soybeans as yellowing or browning of margins in older leaves.

Soybeans require relatively high amounts of sulfur compared to most other crops; it is needed to build proteins and is involved in enzyme functions. Historically, many soils in the region have had adequate sulfur because of acid rain or impurities in mixed fertilizers. However, as air pollution has decreased and fertilizers become more purified, more S-deficiencies are being seen. Sulphur and nitrogen deficiency symptoms are similar and both cause the crop to appear yellowed or pale green. With S deficiency, these symptoms tend to be in the newest growth because S is not mobile in the plant and is not translocated upward from older leaves. With N deficiencies, the symptoms tend to be more pronounced in the older growth because N is mobile and is readily translocated from older leaves to newer growth. Sulfate-containing fertilizers (calcium sulfate, potassium sulfate, ammonium sulfate) supply plant-available S and can correct S deficiencies rapidly.

In soybeans, the most frequent micronutrient deficiencies are for iron, zinc, manganese and molybdenum. (Note: Molybdenum is needed in the nodules of nitrogen fixing bacteria.) Such deficiencies usually occur in poor, weathered or sandy soils, or in soils that are very alkaline or excessively high in organic matter. A loamy soil with adequate humus and soil life should not have micronutrient deficiencies. If a micronutrient is deficient in your soil, only that element should be added, since too much of some micronutrients will be toxic.

### f. Crop removal rates

Table 3. Nutrient uptake and removal of soybean in eastern Canada**

| **Grain Yield** | | **N*** | **$P_2O_5$** | **$K_2O$** | **Ca** | **Mg** | **S** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----------kg/ha---------- | | | | | | |
| **3.4 T/ha** | uptake[1] | 258-325 | 45-56 | 134-246 | 28-34 | 22-28 | 19 |
| | removal[2] | 209-224 | 45-49 | 77-78 | 10-12 | 8-10 | 6 |
| **Canadian Fertilizer Institute, 1998 | | | | | | | |

[1]Total nutrient taken up by the crop. [2]Nutrient removed in harvested portion of the crop (difference between uptake and removal is the residue left in the soil after harvest).

*Soybeans get most of their nitrogen from the air via Bradyrhizobium.

### g. Planting Date

Planting date is an important management tool to maximize soybean yield. Higher yields are obtained from early planting, which for most of Atlantic Canada is the first 15 to 20 days of May. Growing conditions at the time of planting will influence the success of germination and seedling vigor. Plants emerge 2-3 weeks after planting depending on the soil temperature. Soybeans prefer soil temperatures above 10 $^{o}$C. However, soybeans can withstand frost as low as -2 to -3 $^{o}$C for short periods. Rarely do we see frost damage of soybeans in the Maritimes even on early-planted fields. Caution must be taken as a hard early spring frost can kill early planted beans if the cotyledons (first two leaves) are just below the soil surface.

### h. Seeding rates, depth and speed

Local data collected from small scale research plots over the past 8 years, show no consistent significant yield difference found between row spacing (15 and 30 cm) and seeding rate (500, 000 700, 000 or 900, 000 seeds/ha) under good weed control conditions. This shows how adaptable the crop is under a variety of initial population conditions.

Provided weed control is good, soybeans will yield well over a wide range of row widths and seeding rates. Seeding rate should be adjusted for seed size to achieve an accurate number of seeds per hectare. See Table 4 for seeding rates for various seed sizes. Choosing a row width depends on many factors such as cultivar selection, tillage system, available equipment, weed pressures, soil type, white mold pressure and planting date. Typical seeding speed is 5mph.

Table 4. Recommended soybean seeding rates. (Source: Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, 2012)

| Seeds/Kilogram | Seeds/Pound | Row width cm (in.) | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 19 (7.5) | 38 (15) | 56 (22) | 76 (30) |
| | | Seed per hectare (seeds/acre) | | | |
| | | 480,000 (194,00) | 437, 000 (177,000) | 425,000 (172,000) | 400,000 (162,000) |
| | | Number of seeds/ m of row (per foot of row) | | | |
| | | 9 (2.8) | 17 (5.1) | 24 (7.2) | 30 (9.3) |
| | | Seeding rate kg/ha (lb/acre)[1] | | | |
| 4,400 | 2,000 | 109 (97) | 99 (89) | 98 (86) | 91 (81) |
| 4,900 | 2,200 | 98 (88) | 89 (80) | 88 (79) | 82 (74) |
| 5,300 | 2,400 | 91 (81) | 82 (74) | 82 (72) | 76 (68) |
| 5,700 | 2,600 | 84 (75) | 77 (68) | 76 (66) | 70 (63) |
| 6,200 | 2,800 | 77 (69) | 70 (63) | 70 (62) | 65 (58) |
| 6,600 | 3,000 | 73 (65) | 66 (59) | 65 (58) | 61 (54) |
| 7,100 | 3,200 | 68 (61) | 62 (55) | 61 (54) | 57 (51) |
| 7,500 | 3,400 | 64 (57) | 58 (52) | 58 (51) | 53 (48) |

[1]These seeding dates are based on having a germination of 90% and an emergence of 85 to 90 % (plant stand of 76%-81% of seeding rate).

The ideal planting depth is between 2.5 to 4 cm. Early planting, no-till or cold soils require planting shallower only if there is sufficient soil moisture. Greenhouse experiments based out of Ontario have shown reduced soybeans stands when planted into cold soils (less than 10°C).

### i. Weed management

Good weed control is essential for successful soybean production. Although glyphosate (Round-up) or glufosinate (Liberty) resistant soybean varieties can be sprayed up until early flowering stages, weeds must be controlled at early growth stages to avoid yield losses.

Post emergence weed control needs to be done at the 2$^{nd}$ trifoliate stage if weed pressure is heavy to avoid yield losses. Identifying the weeds in the fields will prove to be a major benefit to crop yields. Determining what weeds are present at an early growth stage is important as they are easier to kill at this time. Common weed pressures in the Maritimes include pigweed, wild buckwheat, quack grass, sow thistle, lambs quarters, horsetail, ragweed and lamb's quarters.

In a no-till situation, a pre-plant burn-down rate can be done with glyphosate and 2-4-D (ester formulation) 7 days prior to seeding.

Table 5. Current Registered Herbicide Options for Non GM Soybeans*

| **Soil Applied Grass** | **Soil Applied Broadleaf** | **Soil Applied Grass & Broadleaf** |
|---|---|---|
| Dual Magnum | Broadstrike RC | Boundary |
| Frontier Max | Firstrate | Command |
| Prowl H20 | Lorox | Conquest |
| Treflan | Sencor | Pursuit |
| Valtera | | |
| **Post Emergence grass** | **Post Emergence Broadleaf** | **Post Emergence Grass & Broadleaf** |
| Assure II | Basagran Forte | Clean Sweep |
| Excel Super | Blazer | Pursuit |
| Poast Ultra | Classic | |
| Select | Firstrate | |
| Venture L | Pinnacle SG | |
| | Reflex | |

***Note:** Follow label instructions as these herbicides can damage the soybean when applied improperly.

j. **Disease and Foliar Fungicides**

There are several diseases observed in soybeans; however, so far there have been minimal issues in the Maritimes. Some common problems Maritimes growers have seen and controls include:

**White mold** (*Sclerotinia sclerotiorum*)

White mold may cause damage to soybeans in August when weather conditions are cool and wet. Stems, pods and leaves infected with white mold are pale brown and water soaked in appearance. Frequently, a white, cotton-like growth and small dark bodies (sclerotia) can be seen on or within the stems of diseased plants. These sclerotia may survive for many years in the soil. During the summer, this disease arises from airborne spores produced on the sclerotia.

Crop rotation may be useful for disease control in areas where white mold is not common. White mold is more likely to occur where the following crop rotation is used: soybeans, white beans, sunflowers, potatoes or canola in which white mold was present in previous years. In areas where white mold is common, the disease may appear despite crop rotation because of windblown spores from other fields. The use of wider row spacing to increase air movement through the crop may control the problem if it occurs.

Figure 6. Mycelia (a) and sclerotia (b) formation on white mold infested soybean plant. (Yand and Navi, 2012).

### **Brown Stem Rot** *(Phialophora gregata)*

Brown stem rot can kill plants during the period of pod filling to maturity. Infected plants may be detected by splitting the lower stem. The center of the stem will be brown, especially at the nodes. Growing soybeans no more than one year in three, in rotation with non-legume crops, is the best means of control.

Some foliar diseases which have not yet been seen in the Maritimes include Frog eye leaf spot (*Cercospora sojina*) and Asian Soybean Rust (*Phakospora pachyrhizi*).

### **Foliar Fungicides**

As the production of soybeans increases in the region there is a potential for diseases to also increase. To date there has been low disease severity in the Maritime Provinces; however, it is still important to be aware of potential problems. Local research on the economic advantage of foliar fungicide applications have found little effect on soybean yields; however research is ongoing.

The table below list the registered fungicides used to control soybean diseases.

Table 6. Registered Fungicides and Disease Control in Soybeans.

| **Fungicide** | **Controls** |
|---|---|
| Headline EC | Frog eye leaf spot (*Cercospora sojina*)<br>Asian soybean rust (*Phakopsora pachyrhzi*) |
| Bumper 418 EC<br>(only for soybeans grown for seed) | Frogeye Leaf Spot (*Cercospora spp.*),<br>Aerial WebBlight (*Rhizoctonia solani*) |
| Contans | *White mold (Sclerotinia sclerotiorum)*<br>*(Sclerotinia minor)* |
| Folicur 250 EW | Asian Soybean Rust *(Phakopsora pachyrhizi)*<br>Frogeye Leaf Spot *(Cercospora sojina)*<br>Powdery Mildew *(Microsphaera diffusa)* |
| Quadris | Aerial blight *(Rhizoctonia solani)*<br>Anthracnose *(Colletotrichum truncatum)*<br>Alternaria leaf spot (*Alternaria* spp.)<br>Brown spot *(Septoria glycines)*<br>Cercospora blight and leaf spot *(Cercospora kikuchii)*<br>Frogeye leaf spot *(Cercospora sojina)*<br>Pod and stem blight *(Diaporthe phaseolorum)*<br>Rust (*Phakopsora* spp.) |
| Proline 480 SC | Frogeye leaf spot (*Cercospora sojina)* |
| Serenade ASO | Brown spot *(Septoria glycines)*<br>Frog eye leaf spot *(Cercospora sojina)*<br>Sclerotinia stem rot |
| Stratego 250 EC | Frogeye Leaf Spot *(Cercospora sojina)* |

### k. Pests and Insecticides

There are also many insect pests observed in soybeans; however, so far there have been minimal issues in the Maritimes. Some soybean insects include seed corn maggot, spider mites, and tarnish plant beetle.

The most accurate way to detect nematode damage is through a soil assay. However, damage caused by nematodes—especially root knot and soybean cyst nematodes—can also be detected by scouting during the growing season. Areas infested with nematodes will have stunted or off-color plants. To scout for nematodes carefully dig up the plant with all its roots. Shake off the soil and examine the roots for swellings (galls) or cysts. The northern root-knot nematode produces tiny galls that are often difficult to detect except by very close examination. A hand lens or magnifying glass (10× to 15×) is helpful.

## 6. Harvesting and storage

### a. Timing of harvest

Once the leaves turn brown and fall off, soybeans are ready to be harvested. This is dependent on the region and the season but usually occurs late September to early October depending on seeding date and moisture levels. Soybeans can be harvested at moisture levels as high as 20% but they must be stored at 14% moisture or lower. Ideally harvesting of soybeans should be as close to 14 % moisture as possible and anything above 15 % will need to be dried in order to store properly.

### b. Combine set-up

Proper combine setup is important to prevent excessive splitting of the seeds while threshing all pods and removing all stems and pods. Growers should refer to their manuals and/or equipment dealers for proper settings and screens for their combine. A flexible cutter bar is essential in most situations to avoid missing low pods. Improper set up will leave soybeans in the field and/or will damage them during the harvest.

### c. Storage & Drying

There are three basic grain dryer types: in -bin, batch and continuous flow. No single drying system is superior to all others. All dryers move air, in some cases heated, past the soybeans to evaporate moisture and carry water vapor away. Temperature control is very important when drying beans for seed.

## 7. Marketing

There are 5 grades of soybeans in eastern Canada. The standards for No. 1 Canada grade include minimum test weight of 70 kg/hl (357 g/0.5 L) with a degree of soundness being cool, natural odour, good natural colour. They must have no more than 2% heat damage or mold or Downy mildew. They also must have no more than 2% of other colours or bicoloured other than for mixed soybeans. See Canadian Grain Commission for more details.

**a. Feed and conventional use Soybeans**

The majority of PEI growers sell their soybeans to the PEI Grain Elevator Commission (PEIGEC) or Cardigan Feed. In 2010, due to the higher prices being paid, the PEIGEC handled a volume of 15,000 tonnes compared to a 5 year average of 8, 000 tonnes with 90 % of volume exported off Island. The PEIGEC is capable of roasting and extruding soybeans. While tonnage varies from year to year, in 2010 they roasted or extruded approximately 4,000 tonnes of soybeans. Soybeans grown in Nova Scotia are mostly farm fed to their animals. In New Brunswick most soybeans are sold through a broker and eventually end up in Quebec at BUNGE-ETGO.

**b. IP Soybeans**

Atlantic Soy Corp/Sevita International of Belle River, Prince Edward Island has a processing facility which features storage capacity of 4500 tons, as well as a grain dryer and conditioning equipment. The facility is the only IP soy conditioning facility east of Montreal. The facility allows PEI's farmers to process soybeans on the island, thus saving them the considerable cost of shipping them to Ontario.

**c. Organic beans**

Barnyard Organics in PEI grow Certified Organic soybeans and are capable of roasting organic soybeans which are then sold to local organic livestock markets. Soy Hardy, also based out of PEI, is the only tofu processor in PEI. The farm buys certified beans where the family makes four flavors of tofu (plain, garlic, herb, and chili). Acadiana Soy of Grand Pre processes non-GM organic beans into tofu.

**References**

**Acknowledgements**

We would like to thank the following growers, extension workers, sales representatives and graphic designers who have contributed their expertise towards this manual.

Andrew McCurdy, Barnyard Organics, Bryce Drummond, Donnie MacGregor, Duncan McCurdy, Jack Van Roestel, John Delodder, John and Louise Hardy, Neil Campbell, Peter Scott, Richard

Martin, Sondra Mantle and the reviewers from the AGC for their many helpful and professional suggestions.

**References**

ACORN. 2007. Hardy's Organic Products.
Online:http://www.acornorganic.org/farmers/Soyhardy.html

Acadiana Soy
http://www.acadianasoy.ca/index.php?page=tofu

Bohner, H.2009. Soybean Specialist/OMAFRA Stratford. Crop Pest Ontario. Soybean Inoculation. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs Accessed:
http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/news/croppest/2009/11cpo09a2.htm

Bohner, H. 2011. Do Soil Temperatures at Planting Impact Soybean Yield? Ontario Ministry of Agriculture, Food and Affairs. Soybean Specialist/OMAFRA. Online:
http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/news/croptalk/2003/ct_0903a7.htm

Bootsma, A.; McKenney, D.W.; Anderson, D.; Papadopol, P. 2006. Re-evaluation of CHU in Canadian Maritime Provinces. Canadian Journal of Plant Science 87: 281 - 287.

Canadian Fertilizer Institute. 1998. Nutrient uptake and removal by field crops Eastern Canada 1998.

Canadian Grain Commission. 2011. Soybeans – Chapter 20 Official Grain Grading Guide.
Online:http://www.grainscanada.gc.ca/oggg-gocg/20/oggg-gocg-20e-eng.htm

Canadian Soybean Council. 2012. IP Soybeans.
Online:http://www.soybeancouncil.ca/QualityCanadianSoybeans/IdentityPreservedSoybeans/tabid/190/language/en-US/Default.aspx

Carpenter, J. and Gianessi, L. 1999. Herbicide Tolerant Soybeans: Why Growers Are Adopting Roundup Ready Varieties. The Journal of Agribiotechnology Technology Management and Economics. Volume 2, Number 2, Article 2.

Hendricks Agrifoods. 2012. Best Practice Booklet for PEI Soybean Growers.

McWilliams, D.A,. Berglund, D.R, Endres, G.J. 2004. Soybean Growth and Management Quick Guide. North Dakota State University and University of Minnesota. Online:
http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/a1174/a1174w.htm

Maritime Certified Organic Growers - Organic Profiles, March 2002.

OACC. Organic Soybean Production in Atlantic Canada. *Final Research Report E2008-30* Online :http://oacc.info/Docs/TechnicalBulletins08/TechnicalBulletin30web_soybean.pdf

OMAFRA. 2009. Agronomy Guide for Field Crops. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. Publication 811.

PEI Grain Elevators Corporation. 2011. General Market Situation. Online:http://www.peigec.com/news-general-market.php

PEI Certified Organic Producers Co-op. 2010. Hardy Organic Products. Online:http://www.organicpei.com/content/page/market_meet_hardyfarm

Strilchuk, D. 2006. Crop Profile for Soybean in Canada. Pest Management Centre. Agriculture and Agri-Food Canada.

Soy Info Center. 2012. The Soybean Plant: Botany, Nomenclature, Taxonomy, Domestication, and Dissemination. Online: http://www.soyinfocenter.com/HSS/soybean_plant1.php

UK Cooperative Extensions Services. July 2009. University of Kentucky. Online: http://www.uky.edu/Ag/NewCrops/introsheets/edamame.pdf

Upfold, R.A., Olechowski, H.T. Soybean Production. Ecological Agriculture Projects. Ontario Ministry of Agriculture and Food. McGill University (Macdonald Campus) Ste-Anne-de-Bellevue, QC, Online: http://eap.mcgill.ca/CPSO_2.htm

USDA. Cultivated Plants. Online: http://www.kentuckycrosswords.com/learn/crops.html

Van Acker, R.C., Swanton, C.J., Weise, S.F. 1993. The Critical Period of Weed Control in Soybean *Glycine Max* (L.) Merr. Weed Science. 41:194-200.

Xavier, I. J., Holloway, G and Mary Leggett. 2004. Development of Rhizobial Inoculant Formulations. Crop Management. Online: http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/review/2004/develop/

Yang, X.B., SS Navi. 2012. Integrated Crop Management. Iowa State University Extension and Outreach. Online: http://www.extension.iastate.edu/CropNews/2009/Issues/20090817.htm

# Borage

Table of Contents


Seed Bed Preparation ..... 1

Seeding ..... 1

Fertilizers ..... 2

Pesticides ..... 3

Diseases ..... 3

Pests ..... 3

Pollination ..... 4

Harvesting ..... 4

Combining ..... 4

Post Harvest Management ..... 5

Crop Production Timeline ..... 6

# Borage

The information provided on borage was received from Natures Crop International.

http://www.vortexhealth.net/borage_oil.html

## Seed Bed Preparation

The seed bed should be as flat as possible to avoid problems at harvest when picking up the swath. Borage does not like soil compaction; this should be rectified before drilling. A firm, fine tilth should be created to drill the seed into.

Weeds should be sprayed off pre-drilling or pre-emergence of the crop as no other herbicides are permitted. Soil pH should be between 6.0 and 8.0.

## Seeding

The temperature of the soil should be 50°F, which would fall in the month of May. Drilling should ideally be carried out in the middle of May but soil moisture levels may mean that this has to be brought forward to ensure good germination. Drilling early can have a negative effect on oil quality as the crop will come to harvest earlier in the season. The temperatures in the period leading up to swathing and harvest can have a big effect on the quality and quantity of the oil in the seed. Sow the seed 1 to 1½ inches deep; a seeding rate of about 15 lbs/acre should ensure a plant population of 7-8 plants per square foot.

http://www.seedgirl.com/go/blog/borage_-_borago_officianalis/

**Fertilizers**

Nitrogen application can be up to 75 lbs/acre, depending on soil fertility of total N available. It is recommended that all the nitrogen is applied in the pre-drilling phase.

Phosphate and potassium application can be 35 lbs/acre of P and 70 lbs/acre of K where soil indices are low.

Sulphur and magnesium application in borage does not require high levels of inputs due to its rapid growth. This can lead to increased disease levels or lower quality oil.

Sulphur deficiency can have an effect on oil levels in other oilseed crops so applications which provide readily available levels of sulphur such as magnesium sulphate or manganese sulphate should be used.

An alternative approach would be to use nitrogen plus sulphur-based fertilizer such as that used in oilseed rape.

Apply amounts up to 9lbs/acre of a magnesium sulphate product if the land is known to be low in either or both of these elements. This should be applied at the 6 to 8 leaf stage.

Trace elements (manganese, boron and zinc) can be applied if the soil analysis for the field shows that levels are low and the plant is at the 6 to 8 leaf stage.

## Pesticides

No pesticides may be used on this crop, either pre- or post-emergence, without the express permission of Technology Crops Limited. Pre-drilling applications to create a stale seed-bed may be used. No post-harvest pesticides may be applied.

## Diseases

Powdery mildew can cause severe yield losses; the only product which may be applied is elemental sulphur. Apply elemental sulphur at 9 lbs/acre at first signs of infection, repeat after 10-14 days if necessary. Manganese deficiency can also lead to increased levels of mildew.

http://goodlifegarden.ucdavis.edu/blog/category/uncategorized/

If sclerotinia is thought to be at high risk then advice will be sent to growers by the TCL crop production manager.

## Pests

The only pest known to cause economic damage to a borage crop is the caterpillar of the Painted Lady butterfly, a sporadic visitor to the Northern Plains.
If there is a risk from this pest, advice will be sent out to growers by the TCL crop production manager.

http://www.cirrusimage.com/butterfly_garden.htm

## Pollination

Bee hives should be placed near borage crops to ensure maximum pollination. Contact your local beekeepers' association for a list of local members.

## Harvesting

Borage needs to be swathed and the timing of this is critical. Start inspecting your crops regularly after about 90 days from drilling.

http://www.geograph.org.uk/photo/513073

If seed has started to drop onto the ground from the 2nd or 3rd most forward flower set, then it is time to swath the crop. This will most likely be 90-100 days from drilling, but can be sooner depending on the season and geographic location.

You can swath by cutting as low to the ground as possible unless the seed bed was cloddy, in which case swath slightly higher. A narrow swathed width is advisable in order to get well matted together material which will flow onto the combine bed more efficiently.

Allowing the seed to fully mature in the swath before combining it has often led to higher levels of GLA. It is recommended that you leave the swathed crop for at least 7 days before combining it.

## Combining

A draper pick-up header must be fitted to the combine as the swath lies very close to the ground. Combining should take place after about 7-10 days depending on the weather. There is only a small amount of bulk material in the swath once it has dried down so fan speed can be kept low.

Seed size is similar to wheat as a guide to sieve settings. The seed is held in clusters of up to four and needs to be separated into individual units therefore a reasonable amount of threshing is required.

Drum speed should be kept high and on a fairly tight setting but care should be taken to avoid cracking the seed as these will be lost in the cleaning process and will not contribute to the yield. Check the contents of the tank to assess for cracked seed and whole clusters and get the best compromise before proceeding too far into the field.

**Post Harvest Management**

Borage needs to be cooled and dried as soon as possible after combining. Cleaning should only be carried out once this has been achieved. Borage absorbs moisture from the atmosphere so seed moisture level tends to increase over time.

Moisture could be kept at 9% for safe storage. It is suggested that wherever possible use unheated air rather than heated air. When using heated air drying systems, use the minimal amount of heat required to reduce relative air humidity to allow drying to take place.

**Under no circumstances should drying systems which use exhaust gases be used unless they have been checked and shown to be free of PAHs.**

Do not put the seed into bulk bags until just before movement off farm as airflow is reduced. ALWAYS closely monitor the seed for deterioration over the storage period.

http://gallery.nen.gov.uk/image58916-.html

**Crop Production Timeline**

This is a guideline to help you plan your borage crop operations.

~ Drill in mid-May.

~ Apply elemental sulphur at the first signs of powdery mildew and repeat 10-14 days later if necessary.

~ Swathing time is likely to be the last week of August / first week of September

~Harvest 7-10 days later

~Blow air through the seed immediately to reduce heat and moisture levels, especially where green weed seeds are present.

~Bring moisture down as low as possible, about 8 to 9%, using ambient air.

~Monitor the stored crop on a regular basis as moisture levels can rise again due to the hydroscopic nature of the seed.

For more information please contact:

Nature Crops International
PO Box 12682, 248 Margate Road
Kensington, PEI
C0B 1M0

Phone: (902) 836-3332

# Crambe

Table of Contents

History ..... 1

Uses ..... 2

Rotations ..... 3

Crop Establishment ..... 3

Cultural Practices ..... 4

Fertility Management ..... 4

Weed Control ..... 5

Diseases ..... 5

Insects ..... 6

Harvesting ..... 6

Drying and Storage ..... 7

# CRAMBE

*(Crambe abyssinica Hochst)*

The information provided on Crambe has been provided by *Nature Crops International*, *University of Wisconsin* and the *University of Minnesota*.

## History

Crambe is believed to be a native of the Mediterranean area. The oilseed crop contains inedible oil used for industrial products. It has been grown in tropical and subtropical Africa, the Near East, Central and West Asia, Europe, United States, and South America.

Crambe was introduced to the U.S.A. by the Connecticut Agricultural Experiment Station in the 1940s. Crambe offers a unique opportunity for farmers to diversify their crop rotations as it shares few pests with more commonly grown crops. It also shows tolerance to a wide range of insects and is produced using standard small grain equipment.

http://www.biodieselbr.com/blog/2007/05/crambe-crambe-abyssinica-promissora-planta-para-biodiesel/

http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/dimensions/issue3/photoessay/page9.html

## Uses

The oil extracted from crambe seed is used as an industrial lubricant, a corrosion inhibitor, and as an ingredient in the manufacture of synthetic rubber. The oil contains 50 to 60% erucic acid, a long chain fatty acid, which is used in the manufacture of plastic films, plasticizers, nylon, adhesives, and electrical insulation. Defatted crambe seed meal can be used as a protein supplement in livestock feeds. The meal contains 25 to 35% protein when the pod is included and 46 to 58% protein when the pod is removed. It has well balanced amino acid content and has been approved by the FDA for use in beef cattle rations for up to 5% of the daily intake. The meal has not been approved for nonruminant rations because it may contain glucosinolates, which may be broken down in digestive systems to form harmful products that can cause liver and kidney damage, and appetite depression. Untreated, oil-free crambe meal may contain up to 10% thioglucosides, which are toxic to nonruminant animals, such as hogs and chickens. However, subjecting whole seed to moist heat before processing can deactivate the enzyme, and the glucosinolates remain intact through the oil extraction process.

http://www.aromantic.co.uk/buy-vegetable-oils-organic-uk.htm

## Rotations

Rotation of crambe with other crops is recommended to avoid a buildup of pests and diseases. When developing a crop rotation plan, crambe should not precede or follow other broadleaf crops, especially closely-related crops such as canola or mustard.

Crambe should follow small grain, corn, or other grass crops. These crop options provide a break in pest cycles and provide soil conditions that can be easily managed to prepare for crambe production.

Small grain should perform well following crambe. Crambe stubble provides an acceptable cover for trapping snow, controlling erosion and establishing fall-seeded crops in conservation-till system. When planting fall-seeded crops, care must be taken to minimize stubble disturbance as crambe residue is fragile. Also, volunteer crambe is easily managed in succeeding crops using tillage or herbicides.

## Crop Establishment

This oilseed crop is a cool season one and can tolerate temperatures as low as 24°F. The crop requires 90 to 100 days from planting to maturity. Although it is relatively drought-tolerant, the best yields have been obtained in moist areas. While crambe requires adequate soil moisture during pod set and filling, a subsequent dry period as the plant matures promotes high yields.

Well-drained, fertile soils of moderately coarse to fine texture with a pH of 6.0 to 7.0 or slightly higher, are best suited for crambe production. The crop will not tolerate heavy clay, wet or waterlogged soils.

http://theseedsite.co.uk/sdg5.html

Seed beds should be made with a fine, firm structure. This will allow the seed to be placed at 1.25-2 cm (½-¾ inch) deep. Seed should not be sown deeper than 4 cm (1 ½ inches) as it will have lost a lot of its vigour by the time it emerges. Small grain seeding equipment should be used which have a row width of between 15 to 25 cm (6 to 10 inches).

## Cultural Practices

The soil should be plowed or disked and then worked with a cultipacker and heavy drag. Smoothing and packing are usually essential to provide a smooth, firm seedbed and to ensure seed placement at a uniform depth. Soybean-stubble fields have been disked and smoothed for planting with satisfactory results. When growing crambe following wheat or barley, the straw should be removed or a chopper used on the combine at harvest. A seedbed can then be prepared by disking the wheat stubble. This method will help conserve soil moisture after wheat.

Seeding rates can be between 11- 22 kg/ha (10 – 20 lb/ac). Recommended seeding rate is 19 kg/ha (17 lb/ac). If planting early, in good seed beds, with low weed competition, the rate can be reduced to the 11 kg/ha (10 lb/ac) level. If planting later, in poor seedbeds, with higher levels of weeds then the rate should be increased to the 22 kg/ha (20 lb/ac) level. Aim to have a plant population of 160-180 plants/$m^2$. A minimum plant stand of 110 – 120 plants per square meter is recommended and better crops tend to have a population of around 170 – 200 plants per square foot.

## Fertility Management

Phosphorus and potassium recommendations for small grains are usually adequate for crambe also.

### *Nitrogen*

Apply between 55 – 90 kg/ha (50 – 80 lb/ac) of Nitrogen. Do not apply more than 11 kg/ha (10 lb/ac) with the seed. Do not apply Urea based fertilizers with the seed as germination injury can occur.

### *Phosphorus and Potassium*

On many fields, crambe will respond to applications of 16-22 kg/ha (15-20 lb/ac) $P_2O_5$ and 5-11 kg/ha (5-10 lb/ac) $K_2O$.

### *Sulphur*

If soil levels are very low crambe will respond to applications of Sulphur.

## Weed Control

Weed competition can reduce crambe yields significantly. Some of the weeds that may cause difficulties are pigweed, foxtail, smartweed, lambs quarter, ragweed, and kochia.

A uniform, thick stand of crambe is an effective means of weed control. Early planting also increases crambe's ability to compete with weeds, which require a higher soil temperature for germination. However, as crambe approaches maturity, weeds may emerge through the crop canopy, posing problems with harvest and increasing the moisture of harvested crambe seed. Crambe planted in 20 to 30 in. rows can be cultivated to control weeds.

Trifluralin (Treflan, Bonanza, and Rival) is registered in eastern Canada for weed control in crambe and is applied as a preplant incorporated (PPI) herbicide prior to seeding.

## Diseases

Certain diseases have been identified in Crambe, these include Sclerotinia (white mold) and alternaria black spot, ascochyta blight and aster yellows. Of these the only one likely to be of economic importance is Sclerotinia. Crambe is slightly less susceptible to Sclerotinia than sunflower and dry bean. Proline 480 SC (prothioconazole) is registered for sclerotinia control.

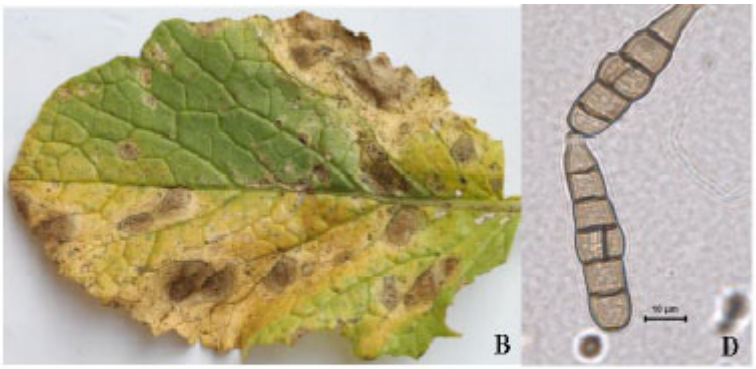



**Figure 1:** Alternaria leaf spot (*A. brassicicola*) on leaves of *Crambe abyssinica*. Initial symptoms (A), advanced stage of infection (B). Structures of *Alternaria brassicicola* on light microscopy showing conidiophores and conidia in formation (C) and conidia on a chain (D).

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052010000300016&script=sci_arttext

Crop rotations should be carefully planned to keep disease pressure to a minimum. Certified seed should be planted to avoid alternaria and other seed-borne diseases.

## Insects

Only grasshoppers have caused significant injury to crambe (typically in field margins) in North Dakota. Crambe is most susceptible to grasshopper damage at the seedling stage. Grasshoppers tend to choose other crop foliage as crambe develops. Grasshoppers are not an agronomic concern in eastern Canada.

## Harvesting

As crambe approaches maturity, the leaves turn yellow and drop from the plant. A few days after the last leaves have fallen, the seed pods and small branches turn a straw color. When this color has progressed down the stems below the last seed-bearing branches—generally 90 to 100 days after planting—the seed should be ready to harvest. Crambe is susceptible to seed shatter and a higher risk of *Alternaria brassicicola* infection if harvest is delayed until all the seeds change color.

http://www.wiu.edu/AltCrops/other%20crops.htm

http://vsezdorovo.com/2012/02/crambe-abyssinica/

Crambe can be harvested with a standard combine with adjustable sieves. If the plants are standing, they should be cut 12 to 18 in. above the soil surface. The seed should be harvested with the hulls intact. A cylinder speed of 400 to 500 RPM and concave clearance of 3/8 in. are recommended. The air should be set as low as possible with fan speed at less than 500 RPM, but never disconnect the fan to completely shut off the air flow. Set the reel to move only slightly faster than the ground speed of the combine to minimize shattering. Crambe seed is small, round, and very lightweight. To prevent losses, a transport vehicle with no cracks or holes should be used, and the load should be completely covered with a tarp.

/

## Drying and Storage

Crambe should be dried to no more than 10% moisture before storage. Before storing the seed, it should be passed over a scalper to remove trash. Crambe should be stored in clean, insect-free bins with perforated floors and fans. A corn storage bin is suitable for crambe.

Even if the crambe seed is dry at harvest, it may contain green plant parts from weeds and grass, as well as insect parts. This wet trash can cause the seed to heat in a short time. To prevent heating, aerate the seed as soon as the bin floor is covered with 2 to 3 ft of seed. Use a minimum air flow of 0.1 cfm per bushel. Continue aeration until the moisture and temperature of the seed have reached equilibrium throughout the bin.

The fan may also be used to continue drying the seed in the bin. Bin- drying with unheated air requires a minimum air flow of 1 cfm per bushel and should not be attempted if the moisture level in the seed exceeds 20%. Seed depth in the bin should be limited to 16 ft. Heat-sensing equipment can help detect hot spots within the grain mass.

http://www.quatrobioworld.com/about-bio-oils.aspx

Le Conseil des Grains de l'Atlantique

# Manuel de graine oléagineuse

## Canola

## Soja

## Bourrache

## Crambe

Avis de non-responsabilité

L'information dans ce document de lignes directrices de production dans la région atlantique est une compilation de quelques sources et est destinée à être un guide général sur la production de graines oléagineuses au Canada atlantique. Le CGA ne garantit pas que l'information est complète, exacte, actuelle ou à jour; elle doit être utilisée à votre propre discrétion.

Veuillez SVP contacter vos spécialistes agricoles locaux pour plus de détails.

# Canola

Table des matières

Introduction ..... 2

La rotation ..... 3

La sélection des hybrides ..... 5

Le réglage du semoir ..... 6

L'ensemencement ..... 9

La fertilité ..... 13

La suppression des mauvaises herbes ..... 16

Les stades de croissance ..... 17

La récolte ..... 21

L'entreposage ..... 23

La qualité ..... 24

Les insectes ..... 26

Les maladies ..... 29

## Introduction

Le présent ouvrage sert de guide pour la culture du canola de printemps dans les Maritimes. Il est destiné aux producteurs de la région qui souhaitent diversifier leurs cultures de rotation en cultivant des graines oléagineuses en plus de leurs cultures de pommes de terre, de petites céréales et de plantes fourragères, ainsi que de leurs cultures commerciales traditionnelles.

Bien que le canola de printemps soit cultivé partout au Canada et qu'il existe des guides sur la culture du canola pour les producteurs de l'Ontario et de l'Ouest canadien, il est important que des essais de recherche soient aussi effectués dans les Maritimes afin d'améliorer la gestion du canola dans notre région. Les types de sol, les niveaux de fertilité, les cultures de rotation et les conditions environnementales varient d'une région à l'autre du pays et des Maritimes. En tant que producteur, vous devriez recourir à des renseignements de diverses sources, aux connaissances locales de producteurs et d'agronomes expérimentés, ainsi qu'aux principes de base énoncés dans le présent guide pour gérer vos cultures.

Ce guide regroupe de l'information recueillie de nombreuses sources, notamment le manuel des producteurs du Conseil canadien du canola (*Canola Council of Canada Growers Manual*), des articles de bulletin de l'Association des producteurs de canola de l'Ontario, le *Guide de production du canola de printemps de l'Ontario*, le *Guide agronomique des grandes cultures* du ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, le ministère de l'Agriculture, de l'Aquaculture et des Pêches du Nouveau-Brunswick, la Commission canadienne des grains et l'Institut canadien des engrais. Les prochaines mises à jour du guide comprendront les résultats d'essais de recherche effectués dans la région par diverses sources.

## La rotation

Le canola peut constituer un bon ajout aux cultures de rotation lorsqu'il est semé selon un calendrier de rotation d'au moins quatre ans. Cette culture qui est récoltée tôt permet aux producteurs de planter des cultures de blé d'hiver ou d'épandre du fumier entre les rotations. En plus d'aider à étaler la charge de travail et la saison de récolte, le canola réagit bien aux applications de fumier et s'intègre bien dans un plan de gestion des nutriments. Il offre également un frein aux maladies après les cultures de maïs ou de céréales car ses résidus de décomposent rapidement, minimisant ainsi le labourage avant le semis de plusieurs autres cultures.

Certaines mises en garde s'imposent, cependant. Le canola ne devrait pas être semé immédiatement après les cultures telles que le soja, la moutarde, le lin et le tournesol, car celles-ci sont sensibles aux mêmes insectes et maladies, notamment la sclérotiniose (pourriture blanche).

La culture du canola après le maïs peut donner de bons résultats, mais il faut se méfier de la rémanence d'herbicides comme l'atrazine qui peut faire tort au canola. La présence de niveaux résiduels élevés de métribuzine (Sencor) des cultures de pommes de terre ou de soja précédentes peut aussi causer des dommages semblables à ceux que l'on observe chez les petites céréales.

La capacité du canola à extraire le phosphore du sol peut s'avérer utile pour gérer des sols à concentration très élevée en phosphore. Les variétés d'hybrides Liberty Link$^{MC}$ et Roundup Ready$^{MC}$ peuvent offrir une très bonne protection contre les mauvaises herbes. L'application normale d'herbicides sur les cultures de canola peut en même temps nettoyer les champs qui comptent beaucoup de mauvaises herbes vivaces comme le chiendent. Les hybrides non génétiquement modifiés tels que la variété Clearfield$^{MC}$ peuvent également être traités par une bonne sélection d'herbicides.

**La lutte contre les plants spontanés**

Le canola est un hybride qui occasionne des repousses spontanées. Les plants spontanés de canola ne sont pas aussi vigoureux et ne produisent pas un rendement aussi élevé que les plants hybrides, mais ils peuvent tout de même produire des graines la majorité du temps. On peut facilement lutter contre les repousses spontanées dans les cultures subséquentes de pommes de terre, de maïs, de soja et de petites céréales, mais il faut planifier au préalable lorsqu'il s'agit de cultures résistantes aux herbicides car les traits Roundup Ready[MC] et Liberty Link[MC] sont transmis aux plants spontanés. Évitez ces traits si vous prévoyez planter des cultures avec les mêmes traits par la suite. Vous pouvez facilement lutter contre les plants spontanés Roundup Ready[MC] ou Liberty Link[MC] dans des cultures de maïs si vous intégrez l'utilisation d'atrazine à votre programme de lutte contre les mauvaises herbes. Les plants spontanés Liberty Link[MC] dans les cultures subséquentes de maïs ou de soja Roundup Ready[MC] peuvent aussi facilement être réprimés par l'entremise d'une application de glyphosate comme Roundup[MC] ou Glyfos[MC].

Pour ce qui est des cultures de pommes de terre, le linuron et le métribuzine permettent également de maîtriser facilement les plants spontanés de toutes les variétés de canola et de diverses résistances aux herbicides. Les herbicides du type phénoxy (p. ex. MCPA,2,4-D, 2,4-DB) assurent la même protection chez les cultures de petites céréales et les cultures fourragères.

## La sélection des hybrides

Le choix d'une variété d'hybride est une décision de grande importance. Les fournisseurs de semences peuvent vous donner beaucoup de renseignements sur les variétés qu'ils vendent. Servez-vous de données de comparaison d'autant de sources que possible pour choisir une variété qui convient à votre région et à votre plan de gestion.

L'Association des producteurs de canola de l'Ontario et les conseillers agricoles des provinces maritimes effectuent régulièrement des essais sur les différentes variétés d'hybrides. Il existe plusieurs variétés hâtives qui poussent bien et qui donnent de bons rendements dans les conditions des Maritimes. La résistance aux maladies est une caractéristique importante que les fournisseurs reproduisent dans leurs hybrides. Une importance particulière est aussi accordée à la résistance à la pourriture blanche en raison des conditions froides et humides que l'on observe dans cette partie du Canada.

À l'heure actuelle, un bon nombre d'hybrides de canola sont génétiquement modifiés pour assurer une tolérance aux herbicides. Il existe deux traits principaux, à savoir Roundup Ready$^{MC}$ et Liberty Link$^{MC}$. L'herbicide dont vous vous servirez dépendra de votre choix de semence. Le type d'herbicide auquel votre variété de canola sera tolérante permettra de réprimer les mauvaises herbes sans tuer les plants de canola. Lorsque vous choisissez un type de résistance aux herbicides, sachez que les plants spontanés qui émergeront au fil des années suivantes auront eux aussi cette même résistance. Prévoyez une rotation de tolérances aux herbicides pour maximiser le rendement des cultures suivantes (voir le chapitre sur la suppression des mauvaises herbes). Il existe également des hybrides non génétiquement modifiés comme la variété Clearfield$^{MC}$. Des herbicides sûrs et efficaces ont été mis au point pour ces variétés d'hybrides sans l'utilisation de la technologie de modification génétique.

Les producteurs doivent habituellement payer des frais supplémentaires de technologie lorsqu'ils achètent des semences qui comportent des caractéristiques de résistance aux herbicides. Certains fournisseurs incluent ces frais dans le prix de la semence alors que d'autres les ajoutent séparément. Assurez-vous que les frais de technologie sont compris dans le coût de la semence lorsque vous comparez le prix de la semence et les coûts de production. Normalement, les producteurs doivent aussi signer une entente sur l'utilisation de la technologie aux termes de laquelle ils s'engagent à se conformer aux exigences du fournisseur.

## Le réglage du semoir

Il importe d'accorder une importance particulière à cette étape de la production du canola en raison du coût élevé des semences et du faible taux de semis exigé.

Si le semoir ne peut être réglé pour libérer la petite quantité de semence nécessaire par acre, vous devrez peut-être d'abord étoffer la semence en la mélangeant avec des criblures d'épi de maïs ou du phosphate monoammonique. Vous pouvez vous servir d'un semoir à céréales usuel muni de trémies pour semences de graminées pourvu que les tuyaux de semence soient insérés dans les ouvertures des disques.

Voici les étapes à suivre pour le réglage des semoirs à entraînement par roue porteuse :

1. Mesurez la largeur du semoir en pieds. Si le semoir a plusieurs rangs, mesurez chacun des rangs individuellement.
2. Mesurez la circonférence de la roue d'entraînement en pieds à partir du point le plus large de la roue.
3. Multipliez la circonférence de la roue d'entraînement par la largeur du semoir pour calculer le nombre de pieds carrés que parcourra le semoir par tour de la roue d'entraînement.
4. Divisez la superficie d'un acre, soit 43 560 pieds carrés, par le nombre de pieds carrés parcourus par tour de la roue d'entraînement pour calculer le nombre de tours de roue nécessaires pour parcourir une distance d'un acre.
5. Puisque 1/10 d'un acre est une bonne mesure à utiliser aux fins d'essai, servez-vous de 1/10 du nombre de tours de roue par acre comme mesure pendant le reste du processus du réglage.
6. Soulevez le semoir afin que vous puissiez tourner la roue d'entraînement à la main sans difficulté.
7. Placez des contenants sous chacun des tuyaux de semence. La plupart des semoirs permettent de regrouper plusieurs tuyaux de semence dans un seul contenant.

8. Tournez la roue d'entraînement le nombre tours de roue nécessaires pour parcourir 1/10 d'un acre et recueillez la semence. Assurez-vous que toutes les conduites laissent échapper le même débit en vérifiant le poids des semences échappées par chaque tuyau ou groupe de tuyaux ainsi que le poids total amassé.
9. Réglez l'ouverture du semoir pour obtenir le taux de semence désiré. Pour y arriver, il faudra probablement que vous effectuiez plusieurs réglages et séries de tours de roue et que vous pesiez les semences recueillies à plusieurs reprises.

**Exemple :**

Largeur du semoir : 12 pieds

Circonférence de la roue d'entraînement : 9 pieds

12 X 9 = 108 pieds carrés par tour de roue

43 560 (nombre de pieds carrés dans un acre) divisé par 108 = 403,3 tours de roue par acre.

Taux de semis désiré : 5 livres (2 270 grammes) par acre

1/10 du taux de semis correspond à 227 grammes et 1/10 d'un acre correspond à 40,3 tours de roue.

Réglez le semoir jusqu'à ce que 227 grammes soient amassés en 40,3 tours de roue.

Prévoyez une petite quantité de surplus pour tenir compte de l'effet de glissement de la roue.

## L’ensemencement

L’établissement des plants est l’un des plus importants facteurs pour assurer un rendement maximal.

Le lit de semence devrait être uniforme et légèrement motteux. En règle générale, on obtient de meilleurs rendements si l’on sème tôt, mais l’état du lit de semence lors de l’ensemencement aura de plus grandes incidences sur les rendements que la date à laquelle les semences ont été plantées. Il est conseillé de semer dès que l’état du sol le permet. Même si la température idéale pour la levée des plantules est de 10 °C, on peut semer dès que la température du sol atteint 5 °C. Pour vérifier la température du sol, enfoncez un thermomètre spécial à la profondeur du semis.

Le passage des rouleaux ou le tassage avant l’ensemencement permet d’uniformiser la profondeur du semis. Quoique les roues plombeuses d’un semoir permettent habituellement d’obtenir un bon contact sol-semence, un passage des rouleaux peut également être utile.

Semez le canola à une profondeur de ½ à 1 po ou un peu plus profondément si le sol est sec. Si les conditions sont très sèches et qu’il faut aller plus profond que 1¼ po pour trouver de l’humidité, il vaut mieux attendre que ce soit plus humide. La vitesse de l’ensemencement peut également influer sur l’uniformité de la profondeur à laquelle les semences sont plantées. On remarque une plus grande uniformité à une vitesse de 3 à 4 mi/h que de 5 mi/h ou plus.

Les semences certifiées sont traitées avec un fongicide qui protège les semences et les plantules contre les maladies qui surviennent en début de saison. Elles contiennent également un insecticide qui permet de lutter contre les altises à un stade précoce (pendant deux à quatre semaines). Il est conseillé de semer le canola lorsque les plants émergeront rapidement afin d’éviter une période d’émergence prolongée où les

insectes et les maladies peuvent entraver le traitement des semences et réduire le peuplement.

La floraison a lieu de 50 à 55 jours après la mise en terre. À ce stade-ci, les températures élevées perturbent les plants et diminuent le rendement de façon plus importante que les conditions météorologiques défavorables à n'importe quel autre stade de la culture. Dans la plupart des régions, on peut éviter que la floraison se produise pendant la période la plus chaude de la saison en semant plus tôt.

**Cerceau d'un pied carré**

**Taux de semis :**

Le taux de semis devrait générer un peuplement final de 7 à 14 plants par pied carré, soit de 4,5 à 7,5 plants par pied linéaire de rang dans des rangs écartés de 7,5 pouces. Le taux de semis en livres par acre doit varier selon le poids de la semence. Le taux de semis (en lb/ac) se calcule selon la formule suivante : [(le peuplement visé par pied carré X le poids de 1 000 graines) ÷ le taux de survie des plantules] ÷ 10,4. Le taux de survie des plantules (peuplement final) = au pourcentage de germination qui est indiqué sur l'étiquette des semences X le pourcentage de levée prévu.

**Exemples de calcul :**

**Exemple 1** - Pour un poids de 5 g/1 000 graines, un taux de survie de 75 % et un peuplement final visé de 7 plants/pi$^2$.

Taux de semis (lb/acre) = [(7 plants/ pi$^2$ X 5 g/1 000 graines) ÷ 0,75] ÷ 10,4
= 4,5 lb de semence par acre

**Exemple 2** - Pour un poids de 5 g/1 000 graines, un taux de survie de 50 % et un peuplement final visé de 7 plants/pi$^2$.

[(7 X 5) ÷ 0,50] ÷ 10,4 = 6,7 lb de semence par acre

## La fertilité

La plupart des études sur la fertilité ont été effectuées dans l'Ouest canadien ou en Ontario, où les conditions du sol diffèrent grandement de celles des Maritimes. Des études plus approfondies sont nécessaires afin de vérifier les recommandations d'engrais ci-dessous et de les adapter aux conditions propres à notre région. En règle générale, le Conseil canadien du canola recommande un rapport d'éléments nutritifs de N-5, P-2, K-4, S-1 pour la culture du canola. Pour arriver à ce rapport, il faut épandre une de l'engrais et du fumier selon les conditions du sol. Il est donc nécessaire d'effectuer une analyse des conditions actuelles du sol dans tous les champs. Pour chaque boisseau de canola prévu, il est conseillé d'épandre de 2,75 à 3,5 lb d'azote, 1,5 lb de $P^2 0^5$, 2,5 lb de $K^2 0$ et de 0,5 à 0,88 lb de soufre. Le Conseil canadien du canola recommande jusqu'à 155 lb d'azote lorsque des rendements de 50 boisseaux (2 500 lb/acre) sont prévus. Au Canada atlantique, on enregistre des rendements d'environ 40 boisseaux à l'acre alors que la moyenne actuelle des rendements ailleurs au Canada se situe à 30 boisseaux à l'acre (www.soyatech.com).

### Azote (N)

Si l'on se base sur un rendement de 30 à 40 boisseaux à l'acre (1 500 à 2 000 lb/ac), un taux de 90 à 120 lb d'azote par acre devrait suffire. L'azote peut notamment être appliqué sous forme d'urée, de nitrate d'ammonium ou de sulfate d'ammonium.

L'azote ne devrait pas être être mélangé avec la semence car le sel contenu dans l'engrais risque d'endommager le canola. L'azote à faible teneur en phosphate monoammonique (p. ex. 11-48-0) constitue la seule exception qui peut être utilisée comme engrais de démarrage avec la semence. Il faut épandre toute autre forme d'azote à la volée ou par l'entremise de bandes qui assurent une séparation horizontale et verticale entre l'azote et la semence.

La quantité voulue d'azote est calculée selon le coût de l'azote, le rendement prévu et le prix estimatif du canola. Les tableaux qui se trouvent sur le site Web du Conseil canadien du canola (www.canolacouncil.org) vous aideront à déterminer les niveaux d'azote les plus rentables pour le canola.

**Phosphore (P)**

Seules des quantités modérées de phosphore sont nécessaires puisque le canola puise très efficacement le phosphore dans le sol. La plupart des terres cultivées dans les Maritimes contiennent déjà suffisamment de phosphore, surtout si elles ont auparavant servi à la culture de pommes de terre ou si elles ont été fertilisées avec du fumier.

Une quantité de 18 à 30 lb de phosphore par acre devrait être ajoutée aux sols à faible teneur en phosphore. Les cultures semées dans des conditions fraîches et très hâtives profiteront davantage d'une application de phosphore. Une quantité maximale de 18 lb de phosphore par acre sous forme de phosphate monoammonique peut être utilisée sans danger comme engrais de démarrage avec la semence. D'autres engrais de démarrage liquides à faible teneur en sel et de bonne qualité pourraient également être utilisés sans danger; toutefois, assurez-vous d'abord d'obtenir des recommandations plus détaillées auprès du fournisseur. L'épandage à la volée est un moyen inefficace d'appliquer le phosphore car ce dernier se combine facilement avec l'aluminium et le fer dans le sol et forme des composés insolubles et inutiles. Pour arriver aux mêmes résultats que l'épandage en bandes, il faudrait doubler ou quadrupler la quantité de semence épandue à la volée.

**Potassium (K)**

Le canola puise de 100 à 120 lb de potassium par acre. Les taux de prélèvement se situent entre 25 et 30 lb par acre pour une culture de 45 boisseaux (2 250 lb). L'ajout de cet engrais favorise rarement les cultures lorsque le sol a une teneur élevée en potassium.

Un manque de potassium n'entraînera pas d'aussi grandes répercussions sur les rendements du canola qu'un manque d'azote ou de phosphore. Des analyses de fertilité doivent être effectuées afin que l'on puisse déterminer les doses idéales de potassium. Si les résultats d'analyse du sol montrent une fertilité basse ou moyenne, l'ajout de potassium est justifié. Toutefois, si le sol a une haute fertilité, le potassium peut être puisé du sol ou être ajouté selon le taux de prélèvement afin de maintenir les niveaux de nutriments du sol. On peut épandre le potassium à la volée ou l'appliquer en bandes de la même façon que l'azote, c'est-à-dire en prenant soin d'éloigner l'engrais de la semence puisque le chlorure de potassium (0-0-60) a une haute teneur en sel.

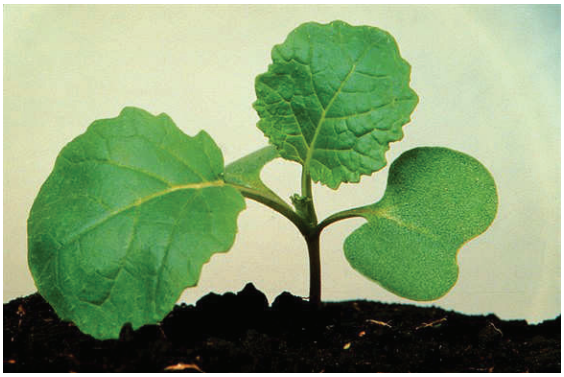
**Soufre (S)**

Les cultures de canola nécessitent deux fois plus de soufre que les cultures de petites céréales. Les carences en soufre sont plus probables par temps secs et lorsque des doses élevées d'azote sont ajoutées au sol. Pour prévenir une carence, il est recommandé d'épandre de 20 à 30 lb de soufre par acre. Puisque le soufre s'infiltre très facilement dans le sol, les pluies abondantes peuvent pousser le soufre trop profondément dans le sol et faire en sorte qu'il ne soit plus biodisponible.

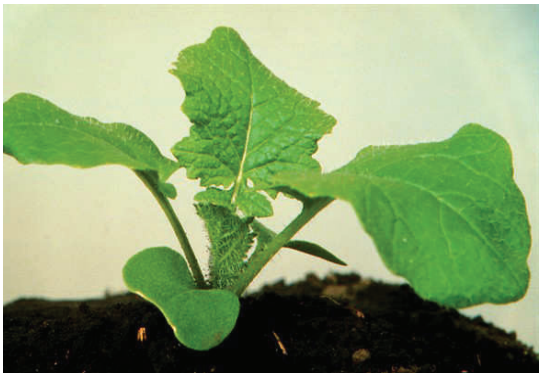
Bien qu'il soit encore nécessaire d'effectuer des essais locaux afin d'examiner la réaction du canola au soufre dans les Maritimes, on sait que les cultures à rendement élevé en Ontario peuvent profiter d'une dose de 35 lb ou plus de soufre par acre avec des doses élevées d'azote. Le Conseil canadien du canola recommande d'épandre au moins 15 lb de soufre par acre. Remplacer 60 lb de nitrate d'ammonium (34-0-0) par acre par 100 lb de sulfate d'ammonium (21-0-0-24) par acre est un moyen facile d'augmenter la teneur en soufre du sol. Vos cultures profiteront de la même quantité d'azote et de 24 lb de soufre.

**Bore (B)**

Consultez la partie sur la floraison à la page 20 pour de plus amples renseignements.



**Stade de deux feuilles**



**Stade de quatre feuilles**

## La suppression des mauvaises herbes

Il est très important de lutter contre les mauvaises herbes aux premiers stades de croissance du canola. Les stades de deux à quatre feuilles des plants de canola constituent le moment idéal pour appliquer un traitement d'herbicide. Une fois que le canola est bien établi, il a la capacité de supplanter la majorité des mauvaises herbes. La concurrence des mauvaises herbes aux stades précoces des plants de canola peuvent avoir de graves répercussions sur les rendements. Vous devriez donc centrer votre attention sur les mauvaises herbes qui émergent en même temps que la culture plutôt que sur celles qui lèvent plus tard. Les hybrides Liberty Link$^{MC}$ et Roundup Ready$^{MC}$ ne nécessitent normalement qu'une seule application d'herbicide. Pour ce qui est des hybrides et des herbicides génétiquement modifiés et non génétiquement modifiés, assurez-vous de toujours lire et de suivre le mode d'emploi attentivement.

Des producteurs ont obtenu de bons résultats en appliquant un engrais foliaire aux premiers stades de croissance du canola, soit aux stades de deux à quatre feuilles. Il est important d'attendre le moment propice et de vérifier la compatibilité des herbicides et des éléments nutritifs avant de les mélanger en réservoir.

Vérifiez et revérifiez dans quelle partie du champ vous avez planté chacune des variétés d'hybrides tolérantes aux herbicides. À tous les ans, des cultures de canola sont détruites ou doivent être replantées car le mauvais type d'herbicide a été employé. Rappelez-vous que le glyphosate tue le canola Liberty Link$^{MC}$ et que l'herbicide Liberty$^{MC}$ tue le canola Roundup Ready$^{MC}$. Vérifiez avant de pulvériser.

## Les stades de croissance

### Début de la croissance (deux à quatre feuilles)

Les deux premières feuilles qui apparaissent ne sont pas de vraies feuilles, mais plutôt des cotylédons (feuilles séminales). Le stade de deux feuilles débute lorsque les premières vraies feuilles apparaissent. Puisque le point de croissance se situe au-dessus de la surface du sol à ce stade de croissance, il risque d'être endommagé par le gel. Les plantules de canola peuvent toutefois se remettre du gel si le point de croissance n'a pas été endommagé. Peu après la levée des plants, les altises peuvent aussi endommager les cultures. Bien que les semences certifiées contiennent un insecticide qui devrait protéger les plantules pendant deux à quatre semaines, il pourrait s'avérer nécessaire de recourir à un insecticide foliaire s'il y a une forte présence d'insectes ou si la levée est ralentie. Le canola peut combattre la majorité des effets des altises lorsqu'il atteint le stade de quatre feuilles.

**Stade des cotylédons**

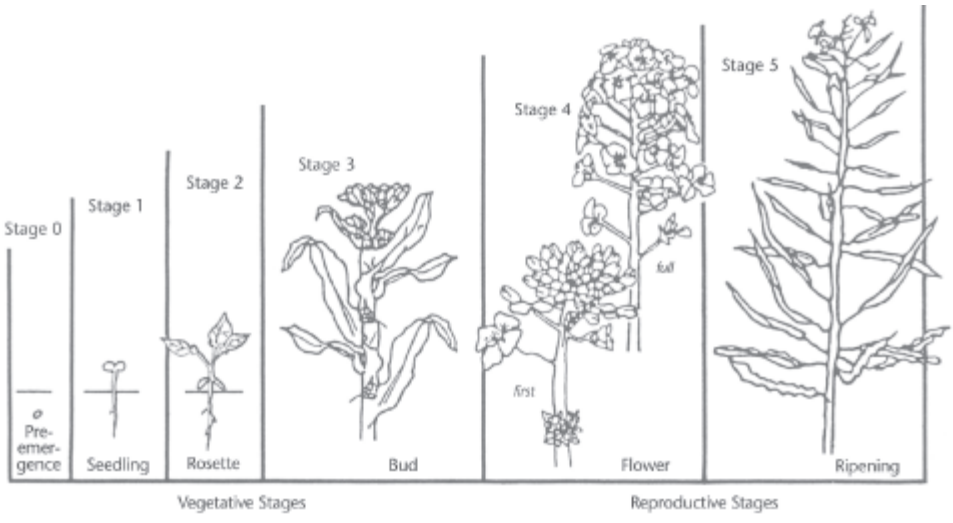
**Stade de deux feuilles**

**La croissance végétative et les premiers bourgeonnements**

À ce stade, le feuillage prend de l'expansion et de nouvelles feuilles se forment à partir du milieu de la rosette. Une forte croissance pendant ce stade se traduit par une bonne croissance globale de la culture et un bon rendement final. Des producteurs ont dit avoir obtenu de bons résultats en appliquant un engrais foliaire à ce stade pour favoriser la pousse des racines et la croissance foliaire.

L'allongement des jours et l'augmentation des températures déclenchent la formation de bourgeons et entraînent le début de la montaison des plants de canola. Il faut donc dépister la présence d'insectes comme le charançon de la graine du chou, la fausse-teigne des crucifères et la punaise terne, ainsi que de maladies telles que l'alternariose (taches noires). Quoique l'on ne remarque pas la présence de ces insectes et maladies à des niveaux dangereux dans les Maritimes en ce moment, on s'attend à ce que leur présence et leurs effets néfastes se fassent davantage sentir au fur et à mesure que la culture du canola prendra de l'ampleur dans la région.

Les conditions humides prolongées favorisent la présence de l'alternariose. Soyez aux aguets de taches brunes à noires sur les feuilles, les tiges et les gousses du canola dans vos champs. L'application d'un fongicide à la fin de la floraison pourrait être utile.



**La floraison**

La floraison commence de 50 à 55 jours après la mise en terre de la semence. Des fleurs se forment sur la tige centrale qui émerge de la rosette ainsi que sur les branches latérales de la tige. Les fleurs s'ouvrent du bas vers le haut et s'épanouissent pendant de deux à trois semaines, jusqu'à ce que la tige atteigne sa hauteur maximale au pic de la floraison.

Des températures élevées de plus de 28 °C pendant la floraison peuvent provoquer la chute des fleurs et l'avortement des gousses du canola. Des températures élevées qui se prolongent peuvent également faire en sorte que les graines deviennent brunes en raison de la présence d'acides gras libres dans les graines. Il important d'assurer un dépistage continu de vos champs pendant la floraison et d'appliquer un fongicide au bon moment pour lutter contre la sclérotiniose. Des essais effectués en Ontario ont démontré que l'application de **bore** à ce stade peut accroître les rendements, notamment pendant les années où les températures élevées et les conditions sèches perturbent les fleurs et la croissance des gousses.

**Le mûrissement**

Le remplissage des gousses a lieu de 30 à 40 jours après l'ouverture des fleurs. Continuez à dépister vos champs pour la présence d'insectes ravageurs. Le stade du mûrissement est le moment idéal pour évaluer l'efficacité de votre programme de lutte contre la sclérotiniose car les plants gravement atteints par la maladie sembleront mûrir plus tôt que les plants sains. Examinez le bas de la tige afin de déterminer si les plants sont infectés. Si vous découvrez de la pourriture blanche, il n'existe malheureusement pas de mesure efficace pour la combattre. La prévention est le seul moyen de défense.

Le mûrissement des gousses de canola se fait de la base au sommet du plant et progresse de l'intérieur des branches latérales, tout près de la tige, vers l'extérieur. Au fur et à mesure que les graines arrivent à maturité, leur couleur et leur fermeté

changent. Au début, les graines sont vertes et s'écrasent facilement à la main. Elles deviennent ensuite rougeâtres avant de prendre une coloration brune à noir et de devenir dures.

Le canola peut mûrir très rapidement dans des conditions chaudes et sèches. La couleur du champ passera du vert au jaune, puis à un brun havane. Les gousses au bas des plants peuvent prendre un certain temps à sécher après que les gousses du haut ont séché. On peut recourir à un traitement comme l'application de Reglone (diquat) afin d'uniformiser l'assèchement. Les dessiccants ne devraient toutefois être appliqués que lorsqu'au moins 60 % des graines de la tige principale ont passé du vert au brun ou au noir. L'application précoce d'un dessiccant donnera lieu à des graines dont l'état de maturité n'est pas suffisamment avancé (graines vertes) qui peuvent réduire la qualité globale du canola. Les hybrides autres que Roundup Ready$^{MC}$ peuvent être asséchés lentement par l'entremise d'une application de glyphosate avant la récolte. Prévoyez l'application d'un dessiccant lorsqu'au moins la moitié des graines de la tige principale ont changé de couleur (teneur en humidité de 30 %).

**Remplissage des gousses**

**Gousses mûres**

## La récolte

Le canola est prêt à être récolté lorsque la teneur en humidité des graines atteint 10 %, mais certains producteurs commencent leur récolte même si la teneur en humidité est légèrement plus élevée puisqu'elle peut chuter d'un ou de plusieurs points de pourcentage pendant une journée de temps sec. Il est néanmoins nécessaire de veiller à ce que les grains entreposés puissent bénéficier de l'air de bonne qualité tout de suite après la récolte.

La culture devrait être récoltée aussitôt que le canola est prêt ou que les gousses peuvent être égrenées. La majorité du canola dans l'Ouest canadien est récolté par moissonnage-battage. Cette méthode accorde le plus de temps possible au remplissage des graines et contribue ainsi à accroître le poids et la teneur en huile des graines.

L'application d'agents de scellement sur les gousses contribue efficacement à réduire l'égrenage. Les agents de scellement sont des polymères qui recouvrent la bordure des gousses d'un film flexible afin de réduire considérablement l'égrenage pendant de six à huit semaines. On doit les appliquer lorsque les gousses peuvent encore plier en

« V » sans fendre. Les agents de scellement n'ont aucun effet sur le séchage alors que les dessiccants comme Reglone l'accélèrent et aident à uniformiser les champs dont le degré de maturité est inégal. Des touches de vert dans un champ jaune-brun signifient que le mûrissement est inégal.

L'andainage est une autre façon d'accélérer le séchage et de réduire le nombre de graines vertes. L'étendage du canola dans le chaume peut minimiser l'égrenage et les effets du gel. Pour ce faire, vous aurez besoin d'équipement spécialisé tel qu'une moisonneuse-batteuse munie d'un rabatteur. La majorité des cultures de canola sont récoltées par moissonnage-battage dans les régions à l'est de l'Ontario. On recourt davantage à l'andainage dans les régions dans l'ouest du Canada car les vents forts provoquent des pertes par égrenage dans les grands champs exposés. Ces régions sont

également plus prédisposées aux gelées hâtives. Discutez avec votre agronome local afin de déterminer le moment approprié pour l'andainage dans votre région.

## L’entreposage

Le canola est habituellement récolté tôt dans les Maritimes lorsqu’il peut encore faire assez chaud. Il est donc important de retirer la chaleur des cultures qui viennent d’être entreposées dès que possible en faisant fonctionner des ventilateurs. Même si le canola est sec, il peut se réchauffer s’il n’est pas entreposé dans un endroit bien ventilé. Le canola nécessite une pression statique élevée. Puisque les graines de canola sont petites, les cellules d’entreposage doivent être munies d’un faux-fond qui empêche les graines de s’infiltrer mais qui est suffisamment perforé pour que l’air puisse circuler dans la cellule. Pour arriver à une pression statique élevée, il faut employer des ventilateurs à grande puissance afin de faire circuler le volume d’air voulu. Consultez votre fabricant de cellules et de ventilateurs pour arriver à la bonne combinaison. Rappelez-vous que plus le canola est entreposé profondément dans la cellule, plus il faudra augmenter la puissance des ventilateurs.

Entreposez votre canola avec soin et vérifiez souvent les conditions de vos cellules. Ventilez les cellules avec une bonne qualité d’air (air frais et sec) jusqu’à ce que les conditions soient stables. L’entreposage du canola lorsque sa teneur en humidité est légèrement inférieure à 10 % comporte beaucoup moins de risques que si la teneur en humidité est un peu plus élevée.

L’entreposage des grains est un processus complexe. Des renseignements plus détaillés à ce sujet se trouvent sur le site Web du Conseil canadien du canola à l’adresse www.canolacouncil.org/.

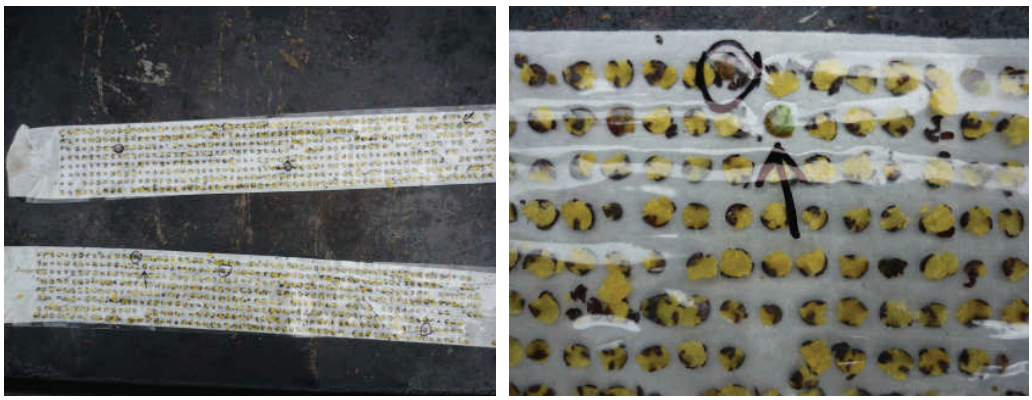
**Lieu d’entreposage de canola à Temiskaming**

## La qualité

Les impuretés dans le canola peuvent être sous forme de graines écrasées et d'autres petits débris, ainsi que de plus grosses impuretés comme des gousses, des déchets et d'autres matières. Le canola qui est trop sec (teneur en humidité de moins de 7 %) peut s'écraser et casser dans la moissonneuse-batteuse, occasionnant ainsi une augmentation d'impuretés. Lorsque les plus grosses impuretés ne sont pas séparées par la moissonneuse-batteuse, cela signifie normalement que la machine n'a pas bien été réglée. Commencez par régler la moisonneuse-batteuse selon les réglages précisés pour le canola dans le manuel d'utilisation, puis faites les modifications nécessaires en fonction de vos champs. Il est préférable d'accepter une petite quantité de gousses et de déchets que de perdre des graines de canola car le nettoyage est trop rigoureux. Une quantité d'impuretés de 1 à 2 % est considérée comme étant raisonnable pour les grades n$^{o}$ 2 et n$^{o}$ 1.

Les facteurs qui causent le plus couramment des grades de moins bonne qualité sont les graines vertes ou endommagées, ainsi que les graines échauffées. Le poids au boisseau n'est habituellement pas mesuré pendant le classement du canola. Les graines vertes (immatures) ont une couleur verte évidente lorsqu'on les écrase. Elles peuvent être le résultat de l'application d'un dessiccant ou de la récolte par andainage trop tôt, d'une gelée hâtive ou d'une maturation inégale. Les graines brunes (endommagées) sont causées par des périodes de chaleur et de sécheresse excessives pendant le remplissage des gousses; elles contiennent par conséquent des acides gras libres. Les graines brunes sont parfois classées incorrectement comme des graines échauffées même si ces dernières se manifestent seulement à l'étape de l'entreposage. Effectuez un essai d'écrasement avant la récolte afin de vous assurer que le canola est mature et qu'il contient peu de graines vertes. La quantité maximale de graines vertes permises dans le canola de grades n$^{o}$ 1 et n$^{o}$ 2 au Canada sont de 2 % et 6 % respectivement. Les graines vertes sont indétectables jusqu'à ce que les gousses soient écrasées car la surface extérieure des graines est de couleur brune ou noire et a une apparence normale.

Pour arriver à du canola de qualité dans la cellule d'entreposage, il faut adopter de bonnes pratiques pendant toute la saison, surtout en ce qui a trait à l'ensemencement. Une profondeur d'ensemencement inégale peut causer une maturation inégale ainsi que l'apparition de graines vertes parmi votre récolte. Quel que soit le prix des grains, la qualité sera toujours recherchée.



**Essai d'écrasement (les graines brunes sont encerclées et les graines vertes sont indiquées par une flèche)**

## Les insectes

Il y a de nombreux insectes qui sont une source d'inquiétude pour les producteurs de canola dans l'Ouest canadien. Heureusement, la présence d'insectes ravageurs atteignant le seuil de nuisibilité n'a été signalée qu'à très peu de reprises dans les Maritimes.

**Altises** *(Phyllotreta cruciferae G.* et *Phyllotreta striolata F.)*

Les altises sont de petits coléoptères de couleur foncée qui sautent lorsqu'ils sont dérangés et qui créent des criblures en se nourrissant. Bien que les altises soient des insectes ravageurs communs, elles posent rarement de problèmes car les semences certifiées sont traitées avec un insecticide qui offre jusqu'à quatre semaines de protection contre les altises. Une fois qu'il atteint le stade de quatre feuilles, le canola peut combattre les effets des altises et les producteurs ont rarement besoin de recourir à d'autres mesures. Du mauvais temps au printemps et l'ensemencement trop profond peuvent cependant retarder la levée des plants et exiger l'utilisation d'un insecticide foliaire.

**Punaises ternes** *(Lygus lineolaris)*

Les punaises ternes sont de petits insectes à forme ovale qui se nourrissent de diverses cultures et mauvaises herbes. Elles peuvent être de couleur brun clair à noir et ont une tache en forme de « V » sur le dos. Les punaises ternes se servent de leurs pièces buccales de type perceur-suceur pour percer le plant et en extraire les liquides, causant ainsi des lésions sur les bourgeons, les tiges, les fleurs et les gousses du plant. Les toxines dans la salive des punaises ternes endommagent également le tissu végétal du plant et finissent par faire flétrir le canola. Aucun seuil d'intervention et de nuisibilité économique n'a été fixé pour les punaises ternes en Ontario ou dans les Maritimes. L'utilisation d'un filet fauchoir est la technique de dépistage optimale.

**Punaise terne adulte**

**Fausses-teignes des crucifères** (*Plutella xylostella L.*)

Les fausses-teignes des crucifères qui proviennent du sud des États-Unis immigrent vers nos régions nordiques par l'entremise des vents du sud. Elles sont capables de produire plusieurs générations dès leur arrivée. Les œufs pondus par les fausses-teignes des crucifères créent des larves qui se nourrissent de feuilles et de gousses. Il est rare que les dommages causés aux feuilles soient assez graves qu'ils nécessitent une intervention; toutefois, les fausses-teignes des crucifères qui se nourrissent des gousses infligent des dommages plus graves qui peuvent justifier l'application d'un insecticide. Dépistez attentivement vos champs pendant le stade végétatif et le remplissage des gousses afin de repérer les dommages de ces insectes.

**Fausse-teigne adulte**

**Larve de fausse-teigne**

**Vers-gris – ver-gris à dos rouge** *(Euxoa ochrogaster G.)* **et ver-gris orthogonal** *(Agrotis orthogonia M.)*

Les vers-gris peuvent endommager le canola au stade des plantules car ils se nourrissent des plants au niveau du sol. Les vers-gris sont surtout actifs la nuit et se cachent sous la surface du sol pendant le jour. Les indices d'infestation comprennent des parcelles de plants tombés ou disparus ainsi qu'une forte présence d'oiseaux dans les champs aux stades des plantules et de la croissance. Dépistez attentivement vos champs durant l'établissement du peuplement. Le seuil d'intervention et de nuisibilité économique est de trois à quatre vers-gris par mètre carré. Les insecticides sont habituellement plus efficaces lorsque la pulvérisation a lieu le soir afin d'atteindre le plus grand nombre de vers-gris possible. Lisez les directives sur l'étiquette du produit.

Puisqu'on remarque déjà la présence d'altises et de punaises ternes dans les cultures de pommes de terre et d'autres cultures dans les Maritimes, on s'attend à ce qu'elles nuisent au canola dans l'avenir. D'autres insectes ravageurs qui pourraient nuire au canola sont les pucerons, les légionnaires bertha, les méligèthes des crucifères et le charançon de la graine du chou. Pour consulter une liste exhaustive des insectes ravageurs potentiels, visitez le site Web du Conseil canadien du canola au www.canolacouncil.org/.

**Vers-gris**

**Dommages infligés par les vers-gris**

## Les maladies

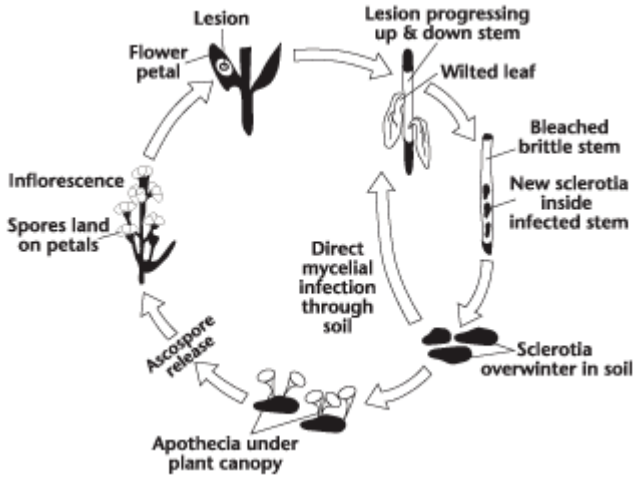
**La sclérotiniose** (*Sclerotinia sclerotiorum)*

Le sclérotiniose, qu'on appelle aussi pourriture blanche et pourriture sclérotique, se manifeste plus sévèrement dans les régions où les précipitations sont élevées. Les conditions météorologiques typiques des Maritimes font en sorte que cette maladie peut avoir des incidences sur les rendements de canola la plupart des années. La sclérotiniose peut également nuire à la qualité du canola lorsque les cultures sont contaminées; vous remarquerez des sclérotes noirs et durs dans votre échantillon.

Les spores libérées par les apothécies qui se forment sur les sclérotes tombent sur les pétales des fleurs du canola. Ce sont les pétales qui alimentent les spores et leur permettent de pénétrer la tige et les autres parties du plant. Lorsque les pétales tombent du sommet de la tige, elles atterrissent sur l'aisselle des feuilles ou sur les branches de la tige, là où l'on retrouve souvent des gouttelettes d'eau. De deux à trois semaines après l'infection du plant, de légères lésions aqueuses apparaissent sur la tige et les branches, après quoi elles se transforment en une couche fongique d'un blanc grisâtre nommée mycélium. Les tiges annelées provoquent le mûrissement prématuré des plants et on peut remarquer des plants de couleur brun ou havane parmi des champs verts. Les plants atteints de sclérotiniose produisent un plus petit nombre de gousses ainsi que des graines qui sont plus petites et plus légères. Les plants gravement atteints versent lorsque les tiges annelées cassent.

Bien que certains fournisseurs de semences créent des variétés d'hybrides de canola tolérantes à la sclérotiniose, aucune d'elles n'offre actuellement une résistance complète contre cette maladie. L'application d'un fongicide comme méthode de prévention demeure donc la meilleure façon de lutter contre la pourriture blanche. L'efficacité des fongicides est accrue lorsqu'ils sont appliqués sur les pétales des fleurs avant qu'ils tombent et qu'ils infectent les tiges du plant. Les fongicides qui pénètrent le feuillage et qui se rendent jusqu'aux tiges et aux branches supérieures sont aussi

efficaces. Le moment idéal pour appliquer un fongicide est lorsque le canola atteint le stade de 25 à 30 % de floraison. Le fongicide peut alors recouvrir le plus grand nombre de pétales possible et pénétrer le feuillage. Les étiquettes des produits recommandent parfois un second traitement, mais sachez qu'il est très difficile de déterminer le moment convenable puisque les fleurs s'épanouissent très rapidement. Dans la plupart des cas, un seul traitement suffit pour réduire la présence de la sclérotiniose jusque sous le seuil de nuisibilité économique. Assurez-vous de toujours lire et suivre le mode d'emploi.



**L'alternariose** (*Alternaria alternata et Alternaria raphani)*

L'alternariose constitue l'une des maladies les plus communes qui menacent le canola dans l'Ouest canadien. Bien que cette maladie puisse nuire au canola à n'importe quel stade de croissance, les plants plus âgés sont plus vulnérables que les jeunes plants et les plants moyennement âgés. Les taches noires provoquées par l'alternariose s'intensifient pendant la floraison et atteignent leur intensité maximale pendant le remplissage des gousses. Il est peu probable qu'une infection d'alternariose tôt au cours du cycle de croissance ait des répercussions sur les rendements de la culture. Toutefois, lorsque la maladie se propage aux gousses vertes, le nombre de graines vertes peut augmenter et occasionner l'égrenage prématuré des gousses. L'alternariose se manifeste d'abord sur les cotylédons sous la forme de petites lésions de couleur brun pâle qui changent rapidement au noir en raison de l'apparition de masses de spores (dans des conditions humides). Elle se propage par la suite aux autre parties du plant. On remarque sur les parties initialement atteintes par l'infection des lésions distinctes brunes ou noirâtres, ou encore des taches entourées d'un halo jaune. Ces lésions peuvent rapidement se multiplier et se propager aux feuilles supérieures, à la tige et aux gousses.

L'application aérienne d'un fongicide lorsque la floraison atteint 95 % permet de prévenir les pertes économiques pouvant résulter de l'alternariose. Des études de recherche sur les méthodes de lutte contre cette maladie effectuées par le ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire à Saskatoon, le Saskatchewan Research Council et le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et du Développement rural de l'Alberta ont démontré que l'application d'un fongicide vers la fin de la floraison augmente les rendements de 9 à 36 %. Puisque la pulvérisation aérienne n'est pas une pratique commune au Canada atlantique, il est nécessaire d'évaluer les avantages et les risques de la pulvérisation de pesticides au sol vers la fin de la floraison.

**Présence d'alternariose sur une feuille et sur une gousse**

# Soja

Table des matières


1. Introduction ..... 1
   a. Pourquoi cultiver le soja dans la région atlantique ? ..... 1
   b. Objectif de ce manuel ..... 1
   c. Contexte botanique ..... 1
   d. Rôle dans une rotation ..... 3
2. Les stades de croissance du soja ..... 5
3. Marchés pour le soja ..... 8
   a. Aliments pour animaux et types d'huiles ..... 8
   b. Consommation humaine des graines sèches ..... 8
   c. Biologique ..... 8
   d. Edamame ..... 9
4. Identité préservée (IP) ..... 9
5. Étapes à la culture du soja ..... 10
   a. Cultivars ..... 10
   b. Inoculation ..... 12
   c. Traitement de la semence ..... 14
   d. Préparer le lit de germination ..... 14
   e. Sol et fertilité ..... 15
   f. Taux d'enlèvement de la récolte ..... 17
   g. Date d'ensemencement ..... 17
   h. Densité, profondeur et vitesse d'ensemencement ..... 17
   i. Gestion des mauvaises herbes ..... 18
   j. Maladies et champignons foliaires ..... 21
   k. Insectes nuisibles et insecticides ..... 24
6. Moisson et entreposage ..... 24
   a. Choix du moment de la moisson ..... 24
   b. Ajustements de la moissonneuse-batteuse ..... 24
   c. Entreposage et séchage ..... 24
7. Marketing ..... 25
   a. Graines de soja comme aliment pour les animaux et usages conventionnels ..... 25
   b. Soja IP ..... 25
   c. Graines biologiques ..... 25

Remerciements ..... 26

Références ..... 26

**ÉBAUCHE – le 22 octobre 2012**

# Manuel de production de soja pour le Canada atlantique

## 1. Introduction

### a. Pourquoi cultiver le soja dans la région atlantique ?

Le soja (*Glycine max* L Merr) est une récolte qui a été adaptée pour différentes régions viticoles à la fois par la sélection et la gestion. Au Canada atlantique, la demande croissante pour la production de protéines pour appuyer l'industrie de l'élevage, le marché comestible grandissant pour des produits à identité préservée (IP) et le marché industriel émergeant se joignent pour stimuler une hausse de surface de culture de soja dans la région.

### b. Objectif de ce manuel

Ce manuel combine l'information agronomique de base avec les données de recherche et de gestion récentes pour produire un guide pratique pour la production de soja dans la région pour l'usage des agriculteurs, du personnel de diffusion externe et des étudiants. Nous avons incorporé de l'information sur les pratiques qui servent actuellement au Canada atlantique de nombreuses sources dont les producteurs, le personnel de diffusion externe et les acheteurs de soja. Ce manuel vise à donner un aperçu général des pratiques réussies de culture de soja dans la région.

### c. Contexte botanique

Il y a deux types de stratégies de floraison pour le soja : déterminée et indéterminée. Une fois que l'initiation florale a lieu, les plants indéterminés et déterminés diffèrent dramatiquement quant à la croissance de leur tige. Les plants indéterminés continuent à développer des feuilles sur la tige principale et les branches tout au long de la période de floraison qui peut durer jusqu'à 40 jours. Inversement, les plants déterminés cessent de croître au niveau de la tige principale au début de l'efflorescence (R1), mais les feuilles continuent à se développer sur les branches (qui vont supporter la plupart de la production) jusqu'au début du stade de croissance de la graine (R5). **Dans les provinces maritimes, les types de soja indéterminés sont favorisés puisque les plants déterminés sont mieux adaptés aux plus longues saisons de croissance.**

Les plants de soja de types indéterminés à courte saison qui sont communs dans notre région de degrés-jours de croissance mesurent 24 à 36 pouces de hauteur et portent typiquement de 20 à 40 gousses. Les graines sont surtout de couleur jaune paille et poussent dans des gousses (normalement 2 à 3 graines par gousse) attachées à la tige de la plante. La plante a des feuilles

avec trois folioles. Les feuilles, les gousses et les tiges sont typiquement recouvertes de doux cheveux bruns. Sur les racines, on voit des nodosités formées par *Bradyrhizobium japonicum,* qui extraient de l'azote de l'air et le fixe au sol où il stimule la croissance à la fois du soja même et d'autres cultures plantées au même endroit plus tard. Le soja mature peut être moissonné 120 à 135 jours après la semence; cependant, il y a des variétés très hâtives qui arrivent à maturité dans seulement 75 jours et des variétés tardives qui nécessitent 200 jours ou plus.

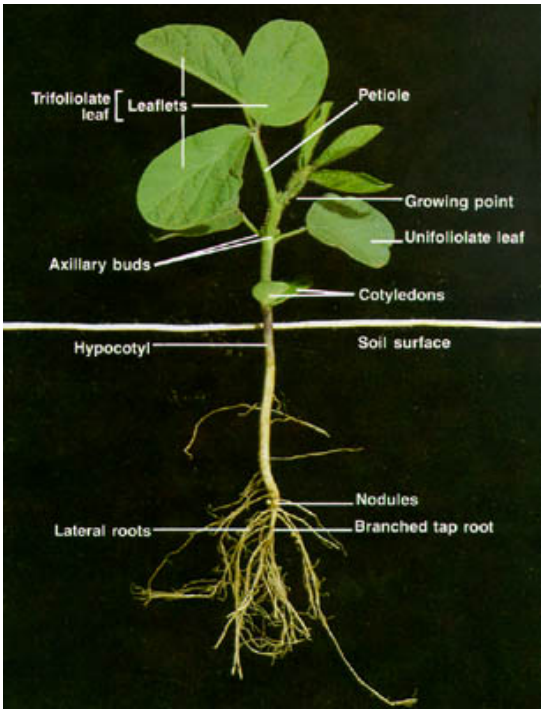



Figure 1. Plant de soja (Source : MacWilliams et al. 2004)

**Terms for above Figure**

**Trifoliolate leaf – Feuille trifoliée**
**Leaflets - Folioles**
**Petiole - Pétioles**
**Axillary buds – Bourgeons axillaires**
**Growing point – Point de végétation**
**Unifoliolate leaf – Feuille unifoliée**
**Hypocotyl - Hypocotyle**
**Soil surface – Surface du sol**
**Lateral roots – Racines latérales**
**Nodules - Nodosités**
**Branched tap root – Racine pivotante ramifiée**

**d. Rôle dans une rotation**

Le soja a un bon rendement lorsqu'il est poussé en rotation avec des céréales. Dans une étude effectuée à *Ridgetown College, University of Guelph*, une rotation de soja, de blé d'hiver et de maïs a donné le meilleur rendement de soja, et une rotation continuelle de soja, le plus bas rendement (Tableau 1). Le soja ne devrait pas être semé dans le même champ durant des années consécutives puisqu'il y a une chance d'avoir des problèmes de maladie comme la pourriture phytophthoréenne et la rhizoctonie de la fève soja (pourritures racinaires) qui ont tendance à augmenter en sévérité dans les monocultures de soja. Une courte rotation peut aussi accroître le potentiel d'autres maladies, de nématodes à kyste du soja (NKS) et la dégradation du sol. Les cycles de vie des maladies des cultures communes et les insectes nuisibles devraient être pris en considération lors de la planification de la rotation. La moisissure blanche (*Sclerotinia sclerotiorum*) est aussi commune chez le tournesol, la carotte, le canola et les fèves comestibles, alors une ou plus d'une de ces cultures en rotation avec le soja pourrait causer des problèmes de production. Le blé d'hiver, les céréales de printemps et le maïs sont les cultures préférables pour mettre en rotation avec le soja.

Tableau 1. Rendement de soja dans diverses rotations culturales en Ontario (1997-2000).

| | **Rendement de soja** | |
|---|---|---|
| **Rotation de culture** | **t/ha** | **boisseaux/acre** |
| Soja continuel | 2,89 | 43 |
| Maïs, soja | 3,09 | 46 |
| Blé d'hiver, soja | 3,23 | 48 |
| Blé d'hiver, maïs, soja | 3,23 | 48 |
| *Ridgetown College, University of Guelph*, 1997-2000. | | |

Rotations typiques dans les provinces maritimes dépendant de la région et les autres cultures récoltées :

Pomme de terre, soja, ivraie
Pomme de terre, céréales contre-ensemencées avec un fourrage, soja
Pomme de terre, soja, grain
Forage, soja, ensilage de maïs
Oignon, blé d'hiver, soja, maïs
Carotte, blé d'hiver, soja, maïs-grain
Blé d'hiver, soja, maïs

Soja, blé, maïs

**Note** : Ce ne sont que quelques rotations possibles; d'autres options sont certainement possibles. Si vous n'êtes pas certain quoi faire, vous pouvez parler à votre spécialiste agricole local. En particulier, dans un système de culture biologique, il y a différentes considérations à prendre en compte et normalement, les rotations sont plus longues. Voici des exemples de rotations biologiques :

Blé, soja, orge, pomme de terre

Trèfle, trèfle, blé, soja, (fumier) orge et avoine comme culture-abri contre-ensemencée avec du trèfle

## 2. Les stades de croissance du soja

Les stades de croissance descriptifs standards du soja sont illustrés dans la Figure 2 et sont décrits ici. Il est important de se familiariser avec ces stades puisqu'ils servent à décrire des choses comme le choix du moment d'application de pesticides et d'examiner la culture pour des caractéristiques comme le niveau de nodulation (**voir les notes en gras**).

**V= Stades végétatifs**

**VE – Émergence**- Le semis émerge du sol et les cotylédons sont au-dessus de la surface du sol. **Note : L'émergence peut être entravée par le croûtage.**

**VC – Unifolié** – L'hypocotyle se redresse, les cotylédons s'ouvrent. Les premières vraies feuilles qui émergent sont des feuilles unifoliées (à une foliole); dans le stade VE, ces premières feuilles unifoliées se déroulent afin que les marges des feuilles ne se touchent pas. Le point de végétation est au-dessus du sol. **Note : La gelée peut tuer la plante à ce stade.**

**V1 – Première trifoliée –** La première feuille trifoliée (feuille avec trois folioles) est sortie et ouverte (les feuilles unifoliées sont maintenant dites pleinement développées). **Début de la période critique sans mauvaises herbes.**

**V2 – Deuxième trifoliée –** Les plantes mesurent 6 à 8 pouces (15 à 20 cm) et ont trois nœuds avec deux folioles en état déplié. **La fixation active d'azote des bactéries commence tout juste de s'effectuer.**

**V3 – Troisième trifoliée –** Trois feuilles trifoliées sont émergées et ouvertes (trois nœuds sur la tige principale avec des feuilles pleinement développées, en commençant avec le nœud unifolié). **Fin de la période critique sans mauvaises herbes.**

**R1=Stades reproductifs**

**R1 – Début de l'efflorescence –** Une fleur ouverte visible de n'importe quel nœud sur la tige. La floraison est déclenchée par le changement de la longueur des journées. Les taux de croissance des racines augmentent. **La chaleur extrême (au-delà de 32$^{o}$C) peut réduire la croissance, la floraison et le développement des gousses.**

**R3 – Début de la gousse –** Courtes gousses visibles au niveau des quatre nœuds supérieurs de la tige principale avec des feuilles pleinement développées. Regarder pour 2 à 3 graines par gousses. **La floraison est à son pic.**

**R5 – Début de la graine –** Graine 0,3 cm de longue dans les gousses supérieures (quatre plus hautes). La floraison est terminée, sauf pour les branches. La plante a atteint sa hauteur et sa

superficie foliaire maximales. Les taux de fixation d'azote ont atteint leur maximum et commencent à décroitre. **Il y a une prise rapide de nutriments et une redistribution de nutriments entreposés aux gousses.**

**R8 – Pleine maturité –** 95 % des gousses sont maintenant brunes. **L'humidité requise pour la moisson est atteinte une à deux semaines après R8.**

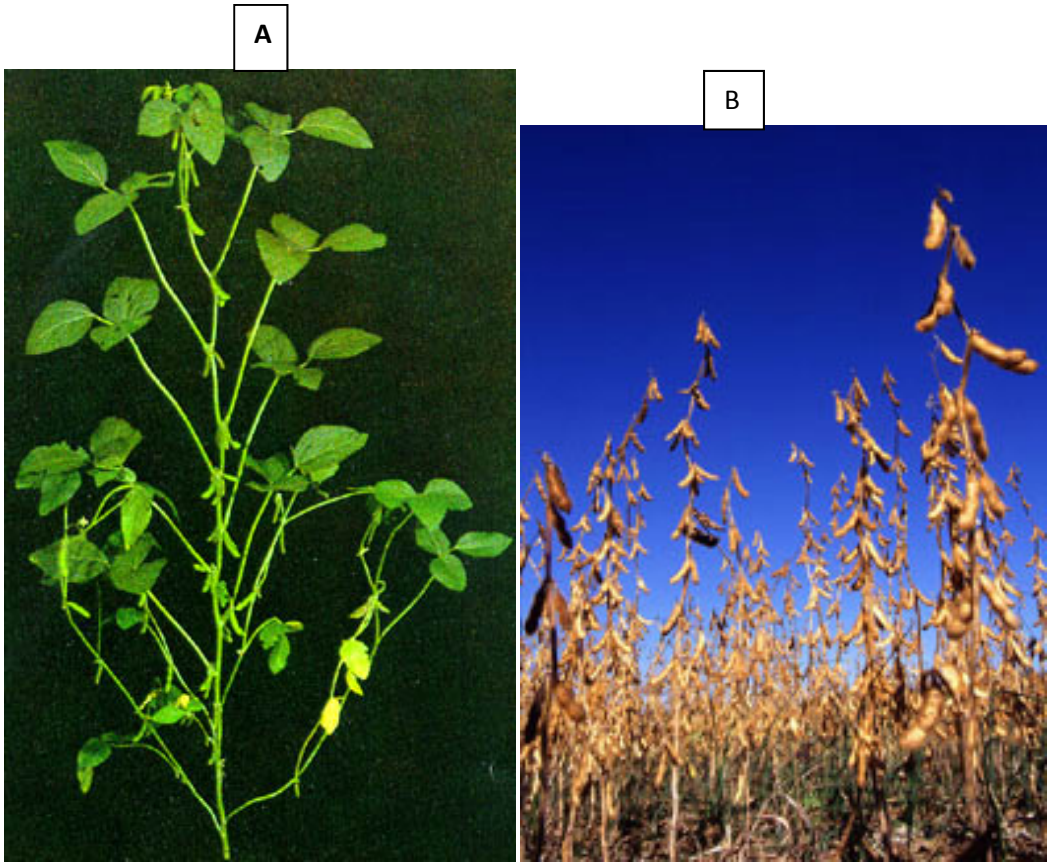
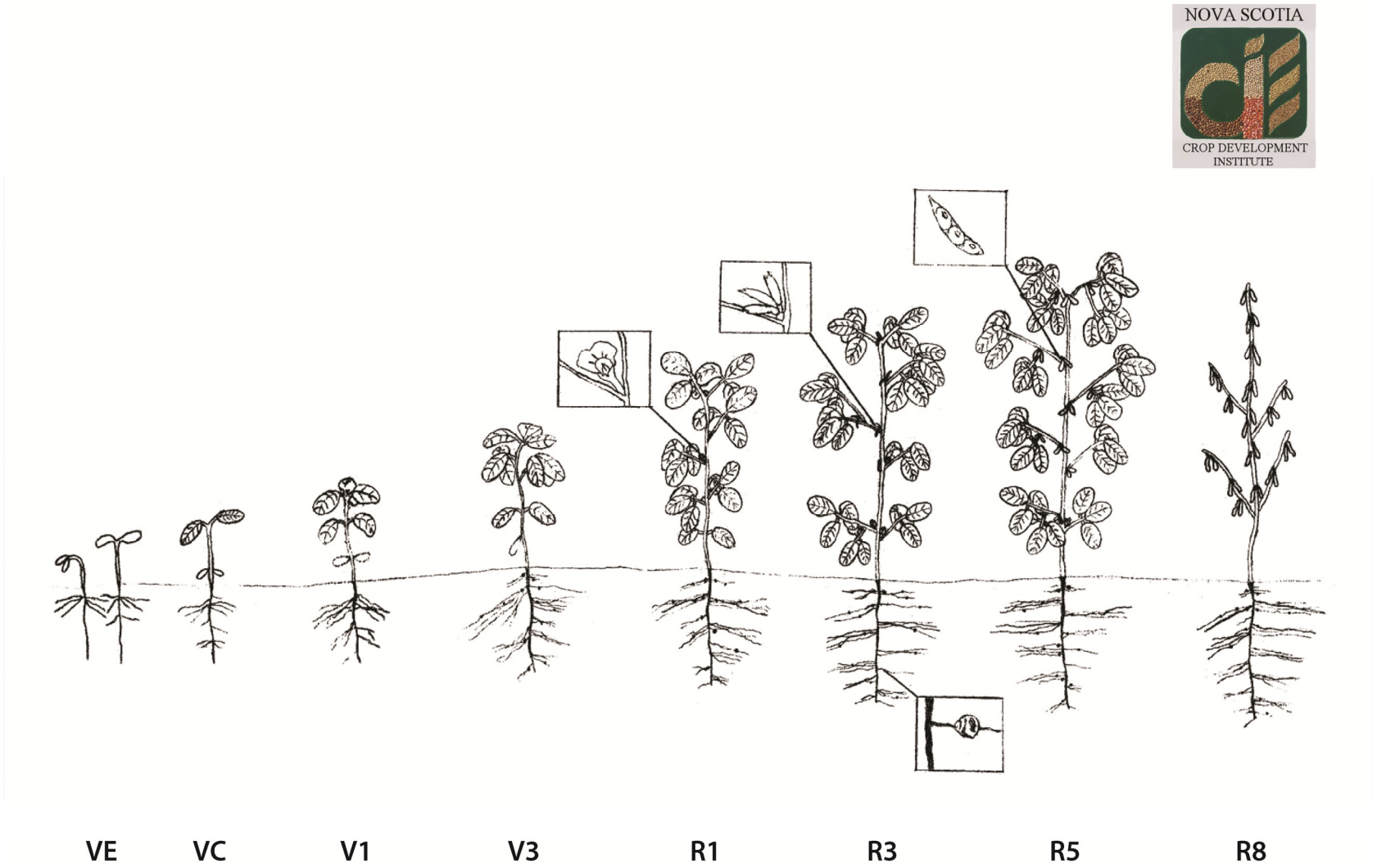



Figure 3a. Stades du soja R5 (Source : MacWilliams et al. 2004) et Figure 3b R8 (USDA).

Figure 2. Stades de croissance du soja



## 3. Marchés pour le soja

### a. Aliments pour animaux et types d'huiles

Le soja est récolté pour la production d'huile et de moulée riche en protéines. L'huile de soja sert à la fabrication de l'huile de table, du shortening et des produits de margarine. La moulée de soja dégraissée est utilisée comme supplément protéique dans les rations des animaux d'élevage. Les facteurs clés de qualité des graines oléagineuses sont la teneur en huile, le teneur en protéines et la composition d'acides gras. Les teneurs d'huile et de protéines donnent des estimés quantitatifs des graines comme source d'huile, et la moulée dégraissée comme source de protéines pour les aliments pour animaux. La composition en acides gras fournit de l'information sur les caractéristiques nutritionnelles, physiques et chimiques de l'huile extraite des graines.

### b. Consommation humaine des graines sèches

Les graines alimentaires sont des variétés de soja qui ont été développées pour des qualités spécifiques requises dans la production d'aliments de soja traditionnels. Le plus commun est le tofu. Les caractéristiques de qualité de ces graines pour la consommation humaine dépendent de l'usage final et sont mesurées par des attributs comme un hile clair ou blanc, la taille de la graine et le teneur en protéines.

#### Deux types de spécialités de soja : nattō et miso

Le **nattō** est un aliment japonais traditionnel fabriqué à partir de graines de soja fermentées avec *Bacillus subtilis.*

Le **miso** est un assaisonnement japonais traditionnel produit par la fermentation de riz, d'orge et/ou de graines de soja, avec du sel et le champignon *kōjikin;* le miso le plus commun est à base de soja. Le résultat est une pâte épaisse qui sert à la fabrication de sauces et tartinades, au marinage de légumes ou de viandes, et en mélange avec un bouillon de soupe dashi pour servir comme soupe miso (*misoshiru*), un aliment de base culinaire japonaise.

### c. Biologique

Dans les Maritimes, le marché de soja biologique et la superficie cultivée avec celui-ci sont en hausse étant donné la demande accrue pour des sources d'aliments biologiques pour les animaux d'élevage et les graines pour la consommation humaine qui sont cultivées localement et de façon biologique.

### d. Edamame

L'edamame réfère à des variétés spécialisées de graines de soja vertes comestibles. Bien que ce sont les mêmes espèces que le soja en grain traditionnel (*Glycine max)*, l'edamame a un goût de noisette sucrée et une plus grosse graine avec une meilleure digestibilité. L'edamame est un légume important en Asie où il est cultivé et mangé en état vert. La demande pour l'edamame a grandi avec la popularité de la cuisine asiatique. De plus, l'edamame compterait de nombreux avantages pour la santé. Les gousses vertes ont une teneur protéique très élevée et contiennent quelques isoflavones qui ont des avantages pour la santé, y compris une activité anticancéreuse. Les recherches préliminaires effectuées par la *NS Crop Development Institute* ont démontré que quelques variétés d'edamame poussent bien dans la région et produisent des rendements et une qualité acceptables. Ce marché n'a toujours pas été développé localement, mais est très prometteur pour l'expansion.

## 4. Identité préservée (IP)

La production à identité préservée (IP) nécessite un système de protocoles et de documentation qui maintient l'identité d'une culture du fournisseur de la semence jusqu'à l'utilisateur final. La production à identité préservée est un moyen de rassurer l'utilisateur final que le produit acheté est d'une variété spécifique et qu'elle n'a pas été contaminée. Plusieurs cultures IP sont destinées aux marchés des aliments pour la consommation humaine qui ont des caractéristiques de qualité clairement définies, surtout lorsqu'elles sont liées aux marchés outremer.

Les producteurs de soja canadiens cultivent du soja IP pour les marchés de spécialité depuis plus de trois décennies. Les cultivateurs produisent normalement du soja de qualité alimentaire sous contrat avec leur silo local. Le contrat IP signé par le cultivateur définit les normes de production et les exigences de qualité qui vont répondre aux besoins des consommateurs internationaux.

Le soja IP provient de semences certifiées, ce qui assure la pureté génétique et mécanique de la variété. Une manutention et un entreposage appropriés de la culture IP évitent un mélange avec d'autres cultures. Tout équipement – planteuse, moissonneuse-batteuse, vis à grain, silo et cellule à grains – doit être complètement nettoyé. Finalement, il faut la traçabilité. Tout doit être documenté et il doit y avoir une trace documentaire ou électronique de chaque étape du système IP.

**Isolement**

Souvent l'isolement du soja comestible du soja GM est requis, et une distance d'isolement pour la culture IP doit être appliquée. La norme d'isolement pour le soja certifié de l'Association canadienne des producteurs de semences est de trois mètres entre un autre type de soja ou une autre légumineuse (haricot, féverole, lentille, lupin ou pois). Aucune distance d'isolement n'est requise entre le soja et des cultures d'orge, de sarrasin, de graines à canaris, de lin, d'avoine, de seigle, de triticale et de blé pourvu que les cultures ne se chevauchent pas. Les cultivateurs devraient essayer de laisser au moins un mètre d'isolement entre un champ de culture de soja IP et des champs de cultures qui ne requièrent pas l'isolement de trois mètres.

Durant la moisson de soja IP, l'important est la propreté. Avant de commencer la moisson, tout réservoir, camion, wagon, moissonneuse-batteuse, vis à grain et réservoir d'entreposage doit être nettoyé proprement afin d'éviter toute contamination avec tout autre culture ou contaminant, surtout le *Roundup-Ready* pour le soja. La moisson de soja IP ne peut pas commencer avant que les tiges et les mauvaises herbes soient séchées complètement afin d'éviter de tacher le soja. Si les tiges ne sont pas complètement sèches, elles vont frotter contre le soja et produire une 'tache de saleté'. Cette tache ne va pas disparaître avec le temps et le soja sera refusé par votre acheteur. Le soja IP devrait être récolté à un taux d'humidité de 14 %.

Il est essentiel de maintenir la qualité de semence des graines IP puisque les taches et les dommages mécaniques peuvent appauvrir la qualité. Les taches peuvent résulter de mauvaises herbes présentes lors de la moisson, de graines immatures, du sol et de la poussière. Le soja doit passer des critères strictes afin d'être éligibles à la prime IP.

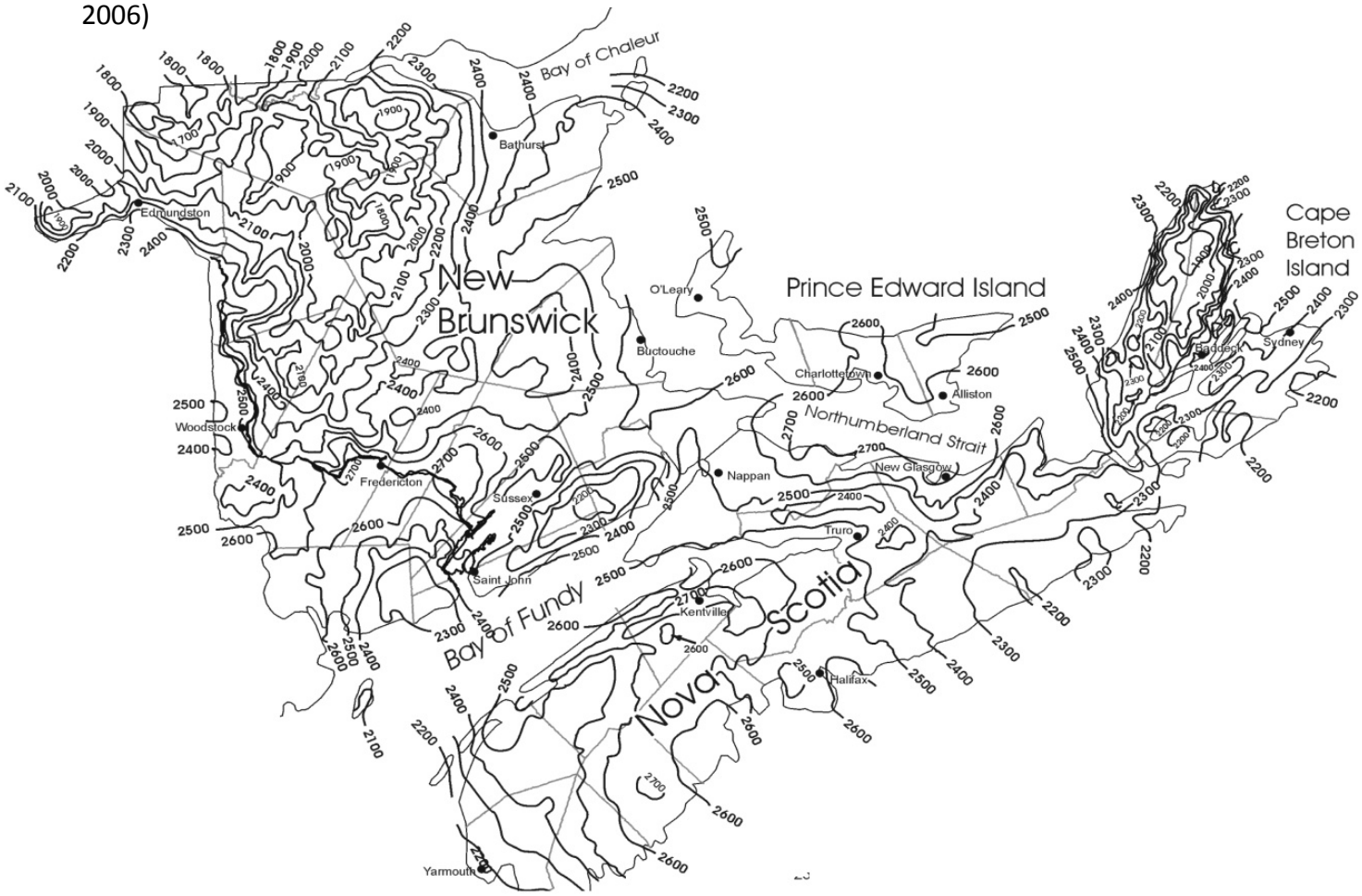
## 5. Étapes à la culture du soja

### a. Cultivars

Des cultivars provenant de la région comprennent des graines conventionnelles (non GM) et des types génétiquement modifiés (GM) qui permettent de faire une application d'un herbicide à large spectre d'efficacité suite à l'émergence. Présentement, il y a deux grands groupes de graines GM : *Roundup-Ready* (RR) et *Liberty Link* (LL); le premier est résistant au glyphosate et le deuxième au glufosinate ()…
La plupart des graines cultivées pour l'alimentation d'animaux d'élevage et le marché international de moulée sont les variétés RR et LL puisqu'il est facile d'y faire la gestion de mauvaises herbes. Les variétés cultivées dans la région atlantique pour les marchés alimentaires, surtout ceux pour l'exportation, sont surtout des variétés conventionnelles non GM, étant donné les demandes du marché.

Le choix de cultivar de soja devrait se faire en faisant une évaluation du marché et la région de croissance locale. Le soja varie grandement au niveau des exigences d'unités de chaleur et devrait être sélectionné en se basant sur l'emplacement géographique et les pratiques d'aménagement. Une bonne ressource pour évaluer le potentiel des variétés est le *Maritime Soybean Variety Evaluation Summary*. Dans la plupart des zones de la région, le type d'unité de chaleur maximal planté est 2650. On peut déterminer la variété d'unité de chaleur optimale qui peut être cultivée sur une ferme particulière en faisant pousser quelques petites zones de différentes variétés avec diverses unités de chaleur pour quelques années.

Figure 5. Unités de chaleur culturales moyennes disponibles pour la production de maïs-grain et de soja dans les provinces maritimes pour la période de 1971 à 2000. (Source : Bootsma et al. 2006)




b. **Inoculation**

Lorsque le soja est ensemencé dans des champs qui n'ont pas préalablement été ensemencés avec le soya, l'inoculation du rhizobium de soja est nécessaire afin d'obtenir de hauts rendements. *Bradyrhizobium japonicum* est une bactérie du sol spécifique aux racines du soja qui établissent des nodulations au début du développement de la culture. Ces bactéries fixent l'azote de l'air et fournissent de l'azote aux plants de soja. En échange, les plants de soja fournissent des glucides aux bactéries dans cette relation symbiotique.

L'inoculant des graines de soja est disponible sous trois formes : à base de tourbe, liquide et granulaire. La durée de conservation des inoculants varie de 30 à 120 jours. De nos jours, les agriculteurs des Maritimes préfèrent les graines pré-inoculées. De plus, la plupart des

producteurs vont aussi ré-inoculer avec un liquide durant l'ensemencement là où les champs n'ont pas produit des graines dans la passé.

Les graines qui restent de la saison précédente devraient définitivement être ré-inoculées. Historiquement, les inoculants poudreux à base de tourbe ont été la forme commerciale la plus populaire. Les inoculants liquides sont soit aqueux, huileux ou à base polymérique, et deviennent de plus en plus populaires ces dernières années vu leur facilité d'usage. Les inoculants de soja sont non dispendieux et deviennent de plus en plus commodes, étant donné les nouvelles applications de graines en vrac et les agents de prolongement de la vie bactérienne qui permettent à l'inoculant de vivre sur les semences entreposées pour des périodes beaucoup plus longues tout en maintenant l'efficacité.

Plusieurs agriculteurs ont constaté qu'il est une bonne assurance d'inoculer à tous les ans. Des expériences en Ontario ont démontré une hausse de 0,5 % du niveau de protéines brutes et un avantage de rendement annuel de 0,084 t/ha (et des réponses aussi hautes que 0,40 t/ha) lorsque le soja fut correctement inoculé comparativement à l'absence de l'inoculation. La nodulation adéquate requiert environ 7 à 14 nodules par plant par le stade de croissance R1 (première fleur). Lorsqu'on vérifie les racines, il faut le faire avec soin afin d'éviter de détacher les nodules. Au moins 10 sites dans le champ devraient être vérifiés afin de faire une évaluation juste.

Si moins de cinq nodules actifs (couleur rosée à l'intérieur) sont présents, une autre évaluation devrait être effectuée après une semaine. (Voir la section Sol et fertilité pour déterminer les étapes à prendre si la nodulation est pauvre.) Le nombre de nodules formées sur les racines ainsi que le montant d'azote fixé continue à augmenter jusqu'au stade de croissance R5. Les nodules qui fixent l'azote sont roses ou rouges à l'intérieur tandis que les nodules blancs, verts ou bruns indiquent qu'il y a peu ou pas de fixation qui se fait. La défaillance au niveau de l'inoculant peut se produire lorsque le sol est sec ou lorsque le pH est peu élevé étant donné que ces conditions mènent à la mort prématurée des inoculants. Des niveaux élevés d'azote vont aussi réduire la nodulation puisque les plants vont premièrement se servir de l'azote disponible dans le sol avant de permettre de bons nodules à se former. Un manque de nodules peut aussi être dû à l'absence de bactéries viables sur la semence causée par une inoculation ou un entreposage de semences incorrectes, ou bien une application incorrecte du produit.

### c. Traitement de la semence

Des traitements de semences communs (Tableau 2) appliqués dans les Maritimes comprennent Apron Maxx® RFC, Cruiser Maxx® et Vitaflo®280. Les traitements de semences contrôlent les maladies transmises par la semence ou le sol telles que les pourritures de semences, la rouille, la carie, les charbons et certains insectes mâcheurs et suceurs.

Tableau 2*. Traitements de semences communs pour le soja

| **Traitement de la semence** | **Ingrédient actif** | **Organisme ou maladie contrôlé** |
|---|---|---|
| Vitaflo®280 | Carboxine (15,6 %)<br>Thirame (13,2 %) | Fonte de semis, pourridié |
| Cruzer Maxx Beans® | Thiamethoxame (22,6 %)<br>Métalaxyl (1,7 %)<br>Fludioxonil (1,1 %) | Ver fil-de-fer<br>Mouche des légumineuses<br>Hanneton européen<br>Chrysomèle du haricot<br>Puceron du soja<br>Pourridié, fonte de semis, rouille de semis et pourriture de la racine au début de la saison. Phomopsis transmis par la semence. |
| Apron Maxx ®RFC | Fludioxonil (2,3 %)<br>Métalaxyl (3,5 %) | Pourridié, fonte de semis, rouille de semis et pourriture de la racine au début de la saison. Phomopsis transmis par la semence. |

***Note** : Cette liste peut changer avec le temps et les agriculteurs devraient vérifier pour des changements et pour évaluer les exigences de traitement de semences selon les besoins de leur ferme.

### d. Préparer le lit de germination

Le soja convient aux sols bien drainés avec une fertilité en P et en K raisonnable et un pH au-delà de 6,0. Un lit de germination ferme et nivelé est crucial pour l'emplacement correct de la semence et pour faciliter la moisson. La culture sans labour fonctionne bien pour le soja si l'équipement et les conditions du sol permettent d'avoir un bon contact de la semence au sol et

une profondeur d'ensemencement appropriée. Avec des systèmes de labour conventionnels, certains agriculteurs roulent leurs champs après l'ensemencement pour pousser les roches dans le sol, pour améliorer le contact avec le sol et pour préparer le sol pour la moisson. Rouler le sol avant l'émergence peut accroître la possibilité que le sol se croûte, ce qui gêne l'émergence. Il faut faire attention en roulant les champs durant ou après l'émergence puisque le roulage va casser le stade d'émergence hâtive du soja et endommager la récolte.

Le labour sert à aménager les résidus de cultures antécédentes, réduire les problèmes de maladie, incorporer l'engrais et la chaux, offrir un certain contrôle des mauvaises herbes et préparer le lit de germination. Un lit de germination devrait avoir une bonne surface qui va éviter la formation d'une croûte et permettre une émergence rapide et uniforme.

Avec une gamme élargie de nouveaux herbicides pour le soja et un meilleur équipement d'ensemencement, plusieurs agriculteurs ont été capable de produire de bonnes récoltes avec des systèmes avec peu ou pas de labour. On remarque que les rendements pour les systèmes sans labour sont similaires à ceux avec un labour à versoir automnal; cependant, les coûts des intrants pour un système sans labour sont souvent plus bas et donc, on finit avec un plus grand profit vu le coût de l'essence en hausse.

Plusieurs agriculteurs se servent de plus en plus de systèmes sans labour sur des rangées de 14 po. à une profondeur de 1 po. tandis que d'autres n'ont pas l'occasion de se servir d'un système sans labour étant donné les cultures dans la rotation (par ex., la pomme de terre).

### e. Sol et fertilité

Pour les récoltes en santé et les rendements de haute qualité, il est important que les éléments nutritifs soient disponibles aux plantes dans les montants corrects et au bon équilibre. Si les éléments sont trop abondants ou en manque, ça peut causer des déficiences des autres.

Plusieurs agriculteurs peuvent penser que le soja est une récolte qui requiert peut d'intrants fertilisants comparativement à la pomme de terre ou le maïs, mais le soja absorbe et enlève des montants substantiels d'éléments nutritifs du sol (Tableau 6). Un test du sol est la meilleure façon de déterminer les exigences en engrais et chaux. Un test devrait être effectué tous les deux ou trois ans.

Les engrais azotés ne sont pas normalement requis pour le soja puisqu'il est une légumineuse qui fixe l'azote. Cependant, le soja peut devenir déficient en azote lorsque la fixation n'est pas efficace ou qu'elle n'a pas lieu. Le soya déficient en azote va avoir des feuilles allant d'un vert pâle au jaune. Ces symptômes peuvent aussi résulter d'autres enjeux, surtout s'ils ont lieu dans des zones isolées d'un champ. La déficience en soufre, un pH peu élevé et un sol gorgé d'eau

peuvent tous causer des symptômes similaires à la déficience en azote, alors un diagnostic exact est essentiel. Cinquante (50) kg/ha d'azote à la première floraison peut corriger une carence en azote chez le soja.

Le soja absorbe le phosphore (P) tout au long de la saison de croissance avec une demande plus élevée durant la floraison et le développement de la graine. Les carences en phosphore sont généralisées dans les sols acides du Canada atlantique. Le soja déficient en phosphore peut paraitre plus vert foncé que la normale, avoir une croissance freinée, une floraison et/ou une maturité retardée et avoir des feuilles qui se recroquevillent et paraissent pointues.

Le soja qui donne un bon rendement absorbe beaucoup de potassium (K). La prise du K par le soja est plus prononcée durant la croissance rapide végétative et ralentit lorsque la formation de la graine commence. La prise de potassium est gênée par de pauvres conditions du sol, comme la compaction, un taux d'humidité excessif et une piètre aération. Les carences en potassium vont s'exprimer chez le soja par le jaunissage ou le brunissage des marges des plus vieilles feuilles.

Le soja nécessite des montants relativement élevés de soufre comparativement à la plupart des autres cultures; il est requis pour bâtir des protéines et est impliqué dans les fonctions enzymatiques. Historiquement, plusieurs sols dans la région ont eu du soufre en quantités adéquates à cause des pluies acides ou les impuretés dans les engrais mélangés. Cependant, à mesure que la pollution aérienne a baissé et les engrais ont été purifiés, plus de carences en S se voient. Les symptômes de carences en soufre et en azote sont similaires et les deux font en sorte que la récolte parait jaune ou vert pâle. Avec une carence en S, les symptômes ont tendance à se manifester dans la plus récente croissance puisque le S n'est pas mobile dans la plante et n'est pas déplacé vers le haut dans les plus vieilles feuilles. Avec les carences en N, les symptômes ont tendance à être plus prononcés dans les plus vieilles pousses puisque le N est mobile et est facilement déplacé des plus vieilles feuilles aux plus nouvelles. Les engrais qui contiennent du soufre (sulfate de calcium, sulfate de potassium, sulfate d'ammonium) fournissent du soufre accessible aux plantes et peuvent rapidement corriger les carences en S.

Chez le soja, les carences les plus fréquentes au niveau des micronutriments sont en fer, en zinc, en manganèse et en molybdène. (Note : Le molybdène est nécessaire dans les nodules des bactéries fixatrices d'azote.) De telles déficiences ont souvent lieu dans des sols pauvres, érodés par le temps ou sablonneux qui sont très alcalins et ont un contenu excessif de matière organique. Un sol loameux avec un humus avec un nombre adéquat d'organismes vivants ne devrait pas avoir de déficiences en micronutriments. Si un micronutriment est en manque dans votre sol, seul cet élément devrait être ajouté puisqu'il peut y avoir un effet toxique s'il y a trop de certains micronutriments.

### f. Taux d'enlèvement de la récolte

Tableau 3. Prise et enlèvement de nutriments chez le soja dans l'Est canadien**

| **Rendement** | | **N*** | **$P_2O_5$** | **$K_2O$** | **Ca** | **Mg** | **S** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ----------kg/ha---------- | | | | | | |
| **3,4 t/ha** | prise[1] | 258-325 | 45-56 | 134-246 | 28-34 | 22-28 | 19 |
| | enlèvement[2] | 209-224 | 45-49 | 77-78 | 10-12 | 8-10 | 6 |
| **Institut canadien des engrais, 1998 | | | | | | | |

[1]Prise totale de nutriments par la culture. [2] Enlèvement de nutriments dans la portion récoltée de la culture (la différence entre la prise et l'enlèvement est le résidu qui demeure dans le sol après la récolte).

* Le soja prend la plupart de son azote de l'air grâce à *Bradyrhizobium***.**

### g. Date d'ensemencement

La date d'ensemencement est un outil important pour maximiser le rendement de soja. Les rendements plus élevés surviennent d'un ensemencement tôt, qui pour la plupart du Canada atlantique, a lieu les premiers 15 à 20 jours de mai. Les conditions de croissance durant la période d'ensemencement vont influencer le succès de la germination et la vigueur des semis. Les plants émergent 2 à 3 semaines après l'ensemencement, dépendant de la température du sol. Le soja préfère les températures de sol au-dessus de 10$^{o}$C. Cependant, le soja peut résister au gel à des températures aussi basses que 2 à -3$^{o}$C pour de courtes périodes de temps. Il est rare de voir des dommages au soja causés par le gel dans les Maritimes, même sur des champs plantés tôt. Il faut quand même faire attention puisqu'un gel à pierre fendre au début du printemps peut tuer le soja planté tôt si les cotylédons (premières deux feuilles) sont juste au-dessous de la surface du sol.

### h. Densité, profondeur et vitesse d'ensemencement

Les données locales recueillies de petites placettes de recherche depuis huit ans ne montrent aucune différence significative de rendement entre des largeurs de rangées (15 et 30 cm) et la densité d'ensemencement (500 000, 700 000 ou 900 000 graines/ha) sous de bonnes conditions de contrôle de mauvaises herbes. On constate donc que la culture s'adapte bien à une variété de conditions de population initiale.

En autant qu'un bon contrôle de mauvaises herbes soit effectué, le soja va bien produire sur une large gamme de largeurs de rangées et de densité d'ensemencement. Cette dernière devrait être ajustée selon la taille de la graine afin d'atteindre un nombre précis de graines par hectare. Voir le Tableau 4 pour les densités d'ensemencement pour diverses tailles de graines.

Le choix de largeur de rangée dépend de plusieurs facteurs dont le type de cultivar, le système de labour, l'équipement disponible, la pression des mauvaises herbes, le type de sol, la pression de la moisissure blanche et la date d'ensemencement. La vitesse d'ensemencement typique est de 5 milles à l'heure.

Tableau 4. Densités d'ensemencement recommandées (Source : Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario, 2012)

| Graines/kilogramme | Graines/livre | **Largeur de la rangée cm (po.)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 19 (7.5) | 38 (15) | 56 (22) | 76 (30) |
| | | **Graines par hectare (Graines/acre)** | | | |
| | | 480 000 (194 000) | 437 000 (177 000) | 425 000 (172 000) | 400 000 (162 000) |
| | | **Nombre de graines/m de rangée (par pied de rangée)** | | | |
| | | 9 (2,8) | 17 (5,1) | 24 (7,2) | 30 (9,3) |
| | | **Densité d'ensemencement kg/ha (lb/acre)[1]** | | | |
| 4 400 | 2 000 | 109 (97) | 99 (89) | 98 (86) | 91 (81) |
| 4 900 | 2 200 | 98 (88) | 89 (80) | 88 (79) | 82 (74) |
| 5 300 | 2 400 | 91 (81) | 82 (74) | 82 (72) | 76 (68) |
| 5 700 | 2 600 | 84 (75) | 77 (68) | 76 (66) | 70 (63) |
| 6 200 | 2 800 | 77 (69) | 70 (63) | 70 (62) | 65 (58) |
| 6 600 | 3 000 | 73 (65) | 66 (59) | 65 (58) | 61 (54) |
| 7 100 | 3 200 | 68 (61) | 62 (55) | 61 (54) | 57 (51) |
| 7 500 | 3 400 | 64 (57) | 58 (52) | 58 (51) | 53 (48) |

[1]Ces densités de semis sont basées sur un taux de germination de 90 % et un taux d'émergence de 85 à 90 % (plants de 76 % à 81 % de la densité d'ensemencement).

La profondeur idéale se situe entre 2,5 et 4 cm. La plantation hâtive, le fait de ne pas faire de labourage ou des sols froids nécessitent de planter moins profond mais seulement si le sol est assez humide. Les expériences en serres en Ontario montrent des champs de soja réduits lorsque l'ensemencement se fait dans des sols froids (moins de 10°C).

### i. Gestion des mauvaises herbes

Un bon contrôle de mauvaises herbes est essentiel pour une bonne production de soja. Bien que le glyphosate (*Round-Up*) ou le glufosinate (*Liberty*) résistants aux variétés de soja peuvent être arrosés jusqu'aux stades hâtifs de floraison, les mauvaises herbes doivent être contrôlées aux stages de croissance hâtifs pour éviter des pertes de rendement.

Le contrôle des mauvaises suite à l'émergence doit se faire au deuxième stade trifolié si la pression des mauvaises herbes est forte afin d'éviter d'avoir des pertes de rendement. L'identification des mauvaises herbes dans les champs va être très bénéfique aux rendements de la culture. La capacité d'identifier les mauvaises herbes qui sont présentes au début du stade de croissance est importante puisqu'elles sont plus faciles à tuer à ce temps. Les mauvaises herbes communes dans les Maritimes sont l'amarante, le renouée liseron, le chiendent, le laiteron, le chou gras, la prêle et l'herbe à poux.

Dans une situation sans labour, on peut appliquer du glyphosate et du 2-4-D (formulation ester) dans un traitement pré-plantation sept jours avant l'ensemencement.

Tableau 5. Options actuelles d'herbicides monologués pour le soja non GM*

| **Appliqué au sol Herbes** | **Appliqué au sol Feuilles latifoliées** | **Appliqué au sol Herbes & feuilles latifoliées** |
|---|---|---|
| *Dual Magnum* | *Broadstrike RC* | *Boundary* |
| *Frontier Max* | *Firstrate* | *Command* |
| *Prowl H20* | *Lorox* | *Conquest* |
| *Treflan* | *Sencor* | *Pursuit* |
| *Valtera* | | |
| **Postémergence Herbes** | **Postémergence Feuilles latifoliées** | **Postémergence Herbes & Feuilles latifoliées** |
| *Assure II* | *Basagran Forte* | *Clean Sweep* |
| *Excel Super* | *Blazer* | *Pursuit* |
| *Poast Ultra* | *Classic* | |
| *Select* | *Firstrate* | |
| *Venture L* | *Pinnacle SG* | |

| | | |
|---|---|---|
| | *Reflex* | |

***Note :** Suivez les instructions sur l'étiquette puisque ces herbicides peuvent endommager le soja lorsqu'ils sont appliqués incorrectement.

### j. **Maladies et champignons foliaires**

Il y a plusieurs maladies observées chez le soja; cependant, jusqu'ici, il n'y a pas eu trop de problèmes dans les Maritimes. Voici quelques problèmes communs que les agriculteurs des Maritimes ont observés et contrôlés.

**Moisissure blanche** (*Sclerotinia sclerotiorum*)

La moisissure blanche peut causer des dommages au soja au mois d'août lorsque le temps est frais et humide. Les tiges, gousses et feuilles infectées de la moisissure blanche sont brun pâle et semblent gorgées d'eau. Souvent, une croissance blanche qui ressemble au coton et de petits corps foncés (sclérotes) peuvent être observés dessus ou dans les tiges de plants infectés. Ces sclérotes peuvent survivre de nombreuses années dans le sol. Durant l'été, cette maladie se développe à partir de spores aériens produits par les sclérotes.

La rotation de culture peut aider à contrôler la maladie dans des zones où la moisissure blanche est commune. La moisissure blanche se voit le plus souvent où cette rotation de culture est effectuée : soja, fèves blanches, tournesols, pommes de terres ou canola là où la moisissure blanche était présente dans les années précédentes. Dans les zones où la moisissure blanche est commune, la maladie peut paraître en dépit de rotation de cultures étant donné les spores transportées par le vent d'autres champs. L'usage de plus large espacement entre les rangées pour accroitre le mouvement de l'air dans la culture peut aider à contrôler ce problème s'il est observé.

Figure 6. Formation de mycélium (a) et sclérotes (b) de la moisissure blanche sur une plante de soja infestée (Yand et Navi 2012).

**Brunissure de la tige** *(Phialophora gregata)*

La brunissure de la tige peut tuer les plants durant la période entre le remplissage de la gousse et le stade de maturité. On peut identifier les plants infectés en fendant le bas de la tige. Le centre de la tige va être brun, surtout au niveau des nœuds. Le meilleur moyen de contrôle est de restreindre la culture du soja à non plus d'une année sur trois, en rotation avec des cultures non légumineuses.

Certaines maladies foliaires qui n'ont toujours pas été détectées aux Maritimes sont la tache ocellée de la fève soja (*Cercospora sojina*) et la rouille du soja (*Phakospora pachyrhizi*).

**Champignons foliaires**

À mesure que la production de soja augmente dans la région, le potentiel d'avoir des maladies augmente aussi. À date, il y eu peu de sévérité quant aux maladies dans les provinces maritimes; cependant, il est très important d'être conscient de problèmes potentiels. La recherche locale sur l'avantage économique démontre que des applications foliaires de fongicides ont peu d'effet sur les rendements de soya, mais la recherche se poursuit.

Le tableau qui suit énumère les fongicides homologués qui peuvent servir à contrôler les maladies du soja.

Tableau 6. Fongicides homologués et contrôle de maladies du soja

| **Fongicide** | **Contrôles** |
|---|---|
| *Headline EC* | Tache ocellée de la fève soja (*Cercospora sojina*)<br>Rouille du soja (*Phakopsora pachyrhzi*) |
| *Bumper 418 EC*<br>(seulement pour le soja cultivé pour les graines) | Tache ocellée de la fève soja (*Cercospora spp.*),<br>Rhizoctone commun (*Rhizoctonia solani*) |
| Contans | Moisissure blanche *(Sclerotinia sclerotiorum)*<br>*(Sclerotinia minor)* |
| *Folicur 250 EW* | Rouille du soja *(Phakopsora pachyrhizi)*<br>Tache ocellée de la fève soja *(Cercospora sojina)*<br>Maladie du blanc *(Microsphaera diffusa)* |
| *Quadris* | Rhizoctone commun *(Rhizoctonia solani)*<br>Anthracnose *(Colletotrichum truncatum)*<br>Alternariose (*Alternaria* spp.)<br>Tache brune *(Septoria glycines)*<br>Brûlure et tache folaire cercosporéennes *(Cercospora kikuchii)*<br>Tache ocellée de la fève soja *(Cercospora sojina)*<br>Rouille de la gousse et la tige *(Diaporthe phaseolorum)*<br>Rouille (*Phakopsora* spp.) |
| *Proline 480 SC* | Tache ocellée de la fève soja (*Cercospora sojina)* |
| *Serenade ASO* | Tache brune *(Septoria glycines)*<br>Tache ocellée de la fève soja *(Cercospora sojina)*<br>Pourriture sclérotique de la tige |
| *Stratego 250 EC* | Tache ocellée de la fève soja (*Cercospora sojina*) |

### k. Insectes nuisibles et insecticides

Il y a aussi plusieurs insectes nuisibles observés chez le soja; cependant, il y a eu très peu de problèmes aux Maritimes jusqu'ici. Parmi les insectes qui affectent le soja, on compte la mouche des légumineuses, les tétranyques et la punaise terne.

La façon la plus précise de détecter du dommage de nématodes est en effectuant des tests du sol. Cependant, le dommage causé par les nématodes – surtout les nématodes à galle et les nématodes à kyste du soja – peut aussi être détecté en partant à la reconnaissance durant le stade de croissance. Les zones infectées avec les nématodes vont avoir des plants rabougris ou mal fichus. Pour trouver les nématodes, il suffit de soigneusement arracher le plant avec toutes ses racines. Secouer le sol des racines et les examiner pour des gonflements (galles) ou kystes. Le nématode à galles du nord produit de minuscules galles qui sont parfois difficiles à voir sauf si on y fait un examen de très près. Une loupe (10X à 15X) peut être utile.

## 6. Moisson et entreposage

### a. Choix du moment de la moisson

Une fois que les feuilles deviennent brunes et tombent, les graines de soja sont prêtes à être récoltées. Le moment opportun dépend de la région et de la saison, mais c'est souvent à la fin septembre ou au début octobre, dépendant de la date d'ensemencement et du niveau d'humidité. Le soja peut être moissonné à des niveaux d'humidité aussi élevés que 20 %, mais il doit être entreposé à 14 % d'humidité ou plus bas. Idéalement, la moisson du soja devrait se faire au plus près de 20 % que possible et n'importe quoi au-dessus de 15 % devra être séché afin d'être entreposé correctement.

### b. Ajustements de la moissonneuse-batteuse

Il faut bien ajuster la moissonneuse-batteuse afin d'éviter que les graines se fendent durant le battage de toutes les gousses et l'enlèvement de toutes les tiges et gousses. Les agriculteurs devraient se référer à leurs manuels et/ou leur concessionnaire d'équipement pour les ajustements et cribles corrects pour leur moissonneuse-batteuse. Une barre de coupe flexible est essentielle dans la plupart des situations pour éviter de manquer des gousses basses. Un ajustement incorrect va laisser des graines de soja dans le champ et/ou les endommager durant la moisson.

### c. Entreposage et séchage

Il y a trois grands types de sécheurs : en cellule, par lot ou par débit constant. Aucun de ces systèmes de séchage n'est supérieur aux autres. Tous les sécheurs font bouger l'air – dans

certains cas de l'air chauffé – près des graines de soja pour évaporer l'humidité et transporter la vapeur d'eau ailleurs. Le contrôle de la température est très important lorsqu'on sèche les graines pour la semence.

## 7. Marketing

Il y a cinq grades de graines de soja dans l'Est du Canada. Les normes pour la catégorie Canada no 1 sont d'avoir un poids spécifique minimal de 70 kg/hl (357 g/0,5 l) avec une condition dite fraîche, d'odeur naturelle et de bonne couleur naturelle. Les graines ne doivent pas avoir plus de 2 % de dommage causé par la chaleur ou la moisissure ou le mildiou. Aussi, il ne faut pas avoir plus de 2 % de d'autres couleurs ou bicolores autre que les graines de soja mixtes. Consulter la Commission canadienne des grains pour plus de renseignements.

### a. Graines de soja comme aliment pour les animaux et usages conventionnels

La plupart des agriculteurs de l'Î.-du-P.-É. vendent leur soja à la *PEI Grain Elevator Commission* (PEIGEC) ou *Cardigan Feed*. En 2010, vu les prix plus élevés déboursés, la PEIGEC a acheté un volume de 15 000 tonnes, comparativement à une moyenne de cinq années de 8 000 tonnes, avec 90 % du volume exporté de l'Île. La PEIGEC a la capacité de griller et d'extruder les graines de soja. Bien que le tonnage varie d'une année à l'autre, en 2010, elle a grillé et extrudé environ 4 000 tonnes de graines de soja. Le soja cultivé en Nouvelle-Écosse sert surtout à l'alimentation des animaux sur les fermes. Au Nouveau-Brunswick, la plupart du soja est vendu à des courtiers et se retrouve éventuellement au Québec à BUNGE-ETGO.

### b. Soja IP

*Atlantic Soy Corp/Sevita International* de Belle River, Île-du-Prince-Édouard a une capacité d'entreposage de 4 500 tonnes, ainsi que de l'équipement pour sécher et conditionner les graines. L'installation est la seule à l'est de Montréal qui peut conditionner le soja IP. L'installation permet aux agriculteurs de l'Î.-du-P.-É. de transformer le soja sur l'Île, ce qui permet de faire des économies étant donné qu'ils n'ont pas besoin d'envoyer leur soja en Ontario.

### c. Graines biologiques

*Barnyard Organics* sur l'Î.-du-P.-É. cultive du soja certifié biologique et est capable de griller des graines de soja biologiques qui sont ensuite vendues aux marchés d'animaux d'élevage biologiques locaux. *Soy Hardy*, aussi situé sur l'Î.-du-P.-É., est le seul fabricant de tofu sur l'Î.-du-P.-É. La ferme achète des graines certifiées et la famille fabrique quatre saveurs de tofu (nature,

ail, herbes et chili). *Acadiana Soy* de Grand Pre transforme des graines biologiques non GM en tofu.

**Remerciements**

Nous tenons à remercier les agriculteurs, vulgarisateurs, représentants de ventes et concepteurs graphiques suivants qui ont contribué leur expertise à ce manuel.

Andrew McCurdy, *Barnyard Organics*, Bryce Drummond, Donnie MacGregor, Duncan McCurdy, Jack Van Roestel, John Delodder, John et Louise Hardy, Neil Campbell, Peter Scott, Richard Martin, Sondra Mantle et les lecteurs critiques de l'AGC pour leurs maintes suggestions utiles et professionnelles.

**Références**

ACORN. 2007. *Hardy's Organic Products.* En ligne : http://www.acornorganic.org/farmers/Soyhardy.html

*Acadiana Soy*
http://www.acadianasoy.ca/index.php?page=tofu

Bohner, H. 2009. Spécialiste de la culture du soya/MAAARO, Stratford. *Crop Pest Ontario*. Inoculation du soja. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. En ligne : http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/field/news/croppest/2009/11cpo09a2.htm

Bohner, H. 2011. *Do Soil Temperatures at Planting Impact Soybean Yield?* Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. En ligne : http://www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/news/croptalk/2003/ct_0903a7.htm

Bootsma, A., McKenney, D.W., Anderson, D. et Papadopol, P. 2006. *Re-evaluation of CHU in Canadian Maritime Provinces*. Canadian Journal of Plant Science 87 : 281 - 287.

Carpenter, J. et Gianessi, L. 1999. *Herbicide Tolerant Soybeans: Why Growers Are Adopting Roundup Ready Varieties.* The Journal of Agribiotechnology Technology Management and Economics. Volume 2, Numéro 2, Article 2.

CABC. Production de soja biologique dans le Canada atlantique. *Rapport de recherche final E2008-30.* En ligne : http://www.oacc.info/DOCs/TechnicalBulletins08/TechnicalBulletin30web_soybean_f.pdf

Commission canadienne des grains. 2011. Soja – Chapitre 20 - Guide officiel du classement des grains. En ligne : http://www.grainscanada.gc.ca/oggg-gocg/20/oggg-gocg-20e-fra.htm

Conseil canadien du soya. 2012. Soya à identité préservée. En ligne : http://www.soybeancouncil.ca/QualityCanadianSoybeans/IdentityPreservedSoybeans/tabid/190/language/fr-FR/Default.aspx

Hendricks Agrifoods. 2012. *Best Practice Booklet for PEI Soybean Growers*.

Institut canadien des engrais. 1998. *Nutrient uptake and removal by field crops Eastern Canada 1998.*

Maritime Certified Organic Growers - Organic Profiles, mars 2002.

McWilliams, D.A., Berglund, D.R. et Endres, G.J. 2004. *Soybean Growth and Management Quick Guide*. North Dakota State University and University of Minnesota. En ligne : http://www.ag.ndsu.edu/pubs/plantsci/rowcrops/a1174/a1174w.htm

MAAARO. 2009. Guide agronomique des grandes cultures. Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario. Publication 811.

PEI Certified Organic Producers Co-op. 2010. *Hardy Organic Products*. En ligne : http://www.organicpei.com/content/page/market_meet_hardyfarm

PEI Grain Elevators Corporation. 2011. *General Market Situation.* En ligne : http://www.peigec.com/news-general-market.php

Soy Info Center. 2012. *The Soybean Plant: Botany, Nomenclature, Taxonomy, Domestication, and Dissemination.* En ligne : http://www.soyinfocenter.com/HSS/soybean_plant1.php

Strilchuk, D. 2006. Profil de la culture du soja au Canada. Centre pour la lutte antiparasitaire. Agriculture et Agroalimentaire Canada.

UK Cooperative Extensions Services. July 2009. University of Kentucky. En ligne : http://www.uky.edu/Ag/NewCrops/introsheets/edamame.pdf

Upfold, R.A. et Olechowski, H.T. *Soybean Production.* Ecological Agriculture Projects. Ontario Ministry of Agriculture and Food. McGill University (Macdonald Campus) Ste-Anne-de-Bellevue, QC. En ligne : http://eap.mcgill.ca/CPSO_2.htm

USDA. *Cultivated Plants.* En ligne : http://www.kentuckycrosswords.com/learn/crops.html

Van Acker, R.C., Swanton, C.J. et Weise, S.F. 1993. *The Critical Period of Weed Control in Soybean Glycine Max (L.) Merr.* Weed Science. 41 : 194-200.

Xavier, I. J., Holloway, G and Mary Leggett. 2004. *Development of Rhizobial Inoculant Formulations. Crop Management.* En ligne : http://www.plantmanagementnetwork.org/pub/cm/review/2004/develop/

Yang, X.B., SS Navi. 2012. *Integrated Crop Management.* Iowa State University Extension and Outreach. En ligne : http://www.extension.iastate.edu/CropNews/2009/Issues/20090817.htm

# Bourrache

Table des matières

Préparation du lit de germination....1
Semence....1
Engrais....2
Pesticides....2
Maladies....3
Organismes nuisibles....3
Pollinisation....3
Récolte....4
Moissonnage-battage....4
Gestion suite à la récolte....5
Calendrier de production culturale....6

# Bourrache

L'information fournie sur la bourrache provient de *Natures Crop International*.

http://www.vortexhealth.net/borage_oil.html

## Préparation du lit de germination

Le lit de germination devrait être aussi plat que possible afin d'éviter d'avoir des problèmes lors de la récolte en ramassant l'andain étalé. La bourrache n'aime pas les sols compactés; il faut songer à rectifier cette situation avant la semence. Un état d'ameublissement ferme et fin devrait être créé pour accueillir la semence. Il faut arroser les mauvaises herbes avant la semence ou la pré-émergence de la culture puisqu'aucun autre herbicide n'est permis. Le pH du sol devrait être entre 6,0 et 8,0.

## Semence

La température du sol devrait être 50°F (qu'on atteint au mois de mai). L'ensemencement devrait se faire au milieu de mai mais les niveaux d'humidité du sol pourraient faire en sorte qu'il faut devancer cette étape pour assurer une bonne germination. L'ensemencement hâtif peut avoir un effet négatif sur la qualité de l'huile étant donné que la culture va être prête pour la récolte plus tôt durant la saison. Les températures durant la période tout juste avant la mise en andain et la récolte peuvent avoir un effet important sur la qualité et la quantité d'huile dans la graine. Enfouissez les semences 1 à 1½ pouces de profondeur à un taux d'ensemencement de 15 lb/acre, permettant d'avoir une population de 7 à 8 plants par pied carré.

http://www.seedgirl.com/go/blog/borage_-_borago_officianalis/

## Engrais

L'application d'azote peut aller jusqu'à 75 lb/acre, dépendant de la fertilité du sol de N disponible. On recommande que tout azote soit appliqué avant l'ensemencement.

L'application de phosphate et de potassium peut se chiffrer à 35 lb/acre de P et 70 lb/acre de K là où les indices de sol sont peu élevés.

La bourrache ne nécessite pas de hauts niveaux d'application de soufre et de magnésium étant donné sa croissance rapide. Ça peut mener à plus de cas de maladies ou à une huile de moins bonne qualité.

La déficience en soufre peut affecter les teneurs en huiles dans d'autres cultures de graines oléagineuses alors des applications qui fournissent des niveaux rapidement utilisables de soufre, comme le sulfate de magnésium ou le sulfate de manganèse, devraient être effectuées.

Une approche alternative serait d'utiliser l'azote et un engrais à base de soufre tels qu'utilisés pour le canola.

On suggère une application jusqu'à 9 lb/acre d'un produit de sulfate de magnésium si on sait que le sol a une teneur peu élevée d'un ou des deux éléments. On devrait l'appliquer au stade de 6 à 8 feuilles.

Les oligoéléments (manganèse, bore et zinc) peuvent être appliqués si l'analyse du sol du champ montre que les niveaux sont bas et que la plante est au stade de 6 à 8 feuilles.

## Pesticides

Aucun pesticide ne peut être appliqué à cette culture, soit avant, soit après l'émergence, sans la permission expresse de *Technology Crops Limited*. On peut se servir d'applications pré-ensemencement pour la technique du faux

semis sur lits d'ensemencement. Aucun pesticide ne peut être appliqué après la récolte.

**Maladies**

La maladie du blanc peut causer des pertes de rendements considérables; le seul produit qui peut être appliqué est le soufre élémentaire. Appliquez le soufre élémentaire à un taux de 9 lb/acre aussitôt qu'on aperçoit des signes d'infection et répétez 10 à 14 jours plus tard, au besoin. La déficience en manganèse peut aussi mener à des niveaux élevés de blanc.

http://goodlifegarden.ucdavis.edu/blog/category/uncategorized/

Si on croit que le risque de sclérotiniose soit élevé, alors les gestionnaires de production de cultures de *TCL* fourniront des conseils aux producteurs.

**Organismes nuisibles**

Le seul organisme nuisible qu'on croit pouvoir causer des dommages économiques aux cultures de bourrache est la chenille de la vanesse du chardon (belle dame), un visiteur sporadique aux plaines du nord. S'il y a un risque, les gestionnaires de production de cultures de *TCL* fourniront de l'information au cultivateurs.

http://www.cirrusimage.com/butterfly_garden.htm

**Pollinisation**

Les ruches d'abeilles devraient être placées près des cultures de bourraches pour assurer une pollinisation maximale. Contactez votre association apicole locale pour une liste de membres locaux.

**Récolte**

La bourrache a besoin d'être mise en andain et le temps opportun pour cette étape est critique. Commencez à inspecter vos cultures régulièrement 90 jours après l'ensemencement.

http://www.geograph.org.uk/photo/513073

Si les graines ont commencé à tomber au sol à partir du 2$^{e}$ ou 3$^{e}$ regroupement de fleur, alors il est temps de mettre la culture en andain. Ça a lieu de 90 à 100 jours après l'ensemencement, mais peut arriver plus tôt dépendant de la saison et de l'emplacement géographique.

Vous pouvez faire l'andainage en coupant aussi bas que possible au sol à moins que le lit de germination soit formé de terre creuse; dans ce cas, faire l'andainage à un niveau plus haut. Un andainage étroit est avisé afin d'avoir du matériel enchevêtré qui va se déplacer sur la plateforme de la moissonneuse-batteuse de façon plus efficace.

Le fait de permettre la graine d'atteindre la pleine maturité en andain avant de passer avec la moissonneuse-batteuse mène parfois à de hauts niveaux de GLA. On recommande de laisser la culture en andain pour au moins sept jours avant le moissonnage-battage.

**Moissonnage-battage**

Une tête de coupe à tablier doit être fixée à la moissonneuse-batteuse étant donné que l'andain repose très près du sol. Le moissonnage-battage devrait se faire de 7 à 10 jours après, dépendant de la météo. Il y a seulement un petit montant de matériel brut dans l'andain une fois séché, alors la vitesse de l'éventail devrait être basse.

La taille de la graine est similaire à celle du blé – voilà un guide pour l'ajustement du tamis. On peut avoir jusqu'à quatre graines en grappes qui doivent être séparées en unités individuelles, donc un montant raisonnable de battage est requis.

La vitesse du cylindre devrait être assez rapide et sur un ajustement assez rigide, mais il faut faire attention d'éviter de craquer les graines puisqu'elles seront perdues lors du processus de nettoyage et ne vont pas contribuer au rendement. Observez le contenu du réservoir pour vérifier pour les graines craquées et les grappes  entières et établissez le meilleur compromis avant de procéder trop loin sur le terrain.

**Gestion suite à la récolte**

La bourrache doit être refroidie et séchée aussitôt possible après le moissonnage-battage. Le nettoyage devrait seulement être fait une fois que cette étape est complétée. La bourrache absorbe de l'humidité de l'atmosphère alors le taux d'humidité des graines a tendance à augmenter avec le temps.

L'humidité devrait être maintenue à 9 % pour assurer l'entreposage sécuritaire. On suggère que lorsqu'il est possible, de se servir d'air non chauffée plutôt que d'air chauffée. Lorsqu'on se sert de systèmes de séchage avec de l'air chauffée, il faut se servir du montant minimal de chaleur requise pour réduire l'humidité relative de l'air afin de permettre le séchage d'avoir lieu.

**En aucun cas faut-il se servir de systèmes de séchage avec gaz d'échappement sauf s'ils ont été vérifiés et qu'on a la preuve qu'ils ne sont pas une source de HAP.**

Ne mettez pas les graines dans de gros sacs qu'avant le déplacement de la ferme puisque le mouvement d'air sera réduit. Il faut TOUJOURS bien vérifier les graines pour des signes de détérioration lors de la période d'entreposage.

http://gallery.nen.gov.uk/image58916-.html

**Calendrier de production culturale**

Voici un guide pour vous aider à planifier vos opérations de cultures de bourrache.

~ Ensemencement en mi-mai

~ Application du soufre élémentaire aux premières indications de la maladie du blanc et répétition 10 à 14 jours plus tard, au besoin.

~ La période de mise en andain sera probablement la dernière semaine d'août ou la première semaine de septembre.

~ La récolte se fait de 7 à 10 jours plus tard.

~ Soufflage d'air sur les graines immédiatement pour réduire les niveaux de chaleur et d'humidité, surtout où les graines vertes des mauvaises herbes sont présentes.

~ Faire baisser le taux d'humidité aussi bas que possible, environ 8 à 9 %, en vous servant de l'air ambiant.

~ Faire le suivi de la culture entreposée sur une base régulière à mesure que les taux d'humidité augmentent de nouveau, vu la nature hygroscopique de la graine.

Pour de plus amples renseignements, veuillez SVP contacter :

*Nature Crops International*
C.P. 12682, 248, chemin Margate
Kensington, Î.-P.-E.
C0B 1M0

Tél. : (902) 836-3332

# Crambe

Table des matières

Historique....1
Usages....2
Rotations....3
Établissement de la culture....3
Pratiques culturales....4
Contrôle de la fertilité....4
Contrôle des mauvaises herbes....5
Maladies....5
Insectes....6
Récolte....6
Séchage et entreposage....7

# CRAMBE

*(Crambe abyssinica Hochst)*

Les informations fournies sur le crambe proviennent de *Nature Crops International*, *University of Wisconsin* et l'*University of Minnesota*.

## Historique

Le crambe est considéré comme originaire de la région méditerranéenne. Cette culture de graines oléagineuses contient une huile non comestible qui sert à la confection de produits industriels. Le crambe est cultivé dans les régions tropicales et subtropicales de l'Afrique, le Proche-Orient, l'Asie centrale et de l'Ouest, l'Europe, les États-Unis et l'Amérique du Sud.

Le crambe a été introduit aux États-Unis par la *Connecticut Agricultural Experiment Station* durant les années 1940. Le crambe offre une occasion unique pour les agriculteurs de diversifier leurs rotations de cultures étant donné qu'il partage peu d'organismes nuisibles avec les cultures communes. Aussi, il a une tolérance à une large gamme d'insectes et est produit à l'aide d'équipements pour la culture de petits grains standards.

http://www.biodieselbr.com/blog/2007/05/crambe-crambe-abyssinica-promissora-planta-para-biodiesel/

http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/dimensions/issue3/photoessay/page9.html

## Usages

L'huile extraite des graines de crambe sert de lubrifiant industriel, d'inhibiteur de corrosion et d'ingrédient dans la fabrication de caoutchouc synthétique. L'huile contient de 50 à 60 % d'acide érucique – un acide gras à longue chaîne – qui sert à la confection de film plastique, de plastifiant, de nylon, d'adhésifs et d'isolant électrique. La moulée dégraissée de graines de crambe peut servir de supplément protéique dans les aliments pour animaux. La moulée a une teneur en protéines de 25 à 35 % lorsque la gousse est comprise et de 46 à 58 % lorsque la gousse est omise. La moulée a un contenu équilibré d'acides aminés et a été approuvé par la *FDA* pour l'usage dans les rations pour bovins à viande jusqu'à un apport quotidien de 5 %. La moulée n'a pas été approuvée pour les rations des non ruminants puisqu'elle peut contenir des glucosinolates qui peuvent se catalyser dans le système digestif en produits nuisibles pouvant causer du dommage au foie ou au rein, ainsi que la suppression de l'appétit. Dans sa forme non traitée, la moulée de crambe sans huile peut contenir jusqu'à 10 % de thioglucosides; ils sont toxiques aux animaux non ruminants comme les cochons et les poules. Cependant, si on soumet la graine entière à une chaleur humide avant la transformation, cela peut désactiver l'enzyme, et les glucosinolates demeurent intacts durant le processus d'extraction de l'huile.

http://www.aromantic.co.uk/buy-vegetable-oils-organic-uk.htm

## Rotations

La rotation du crambe avec d'autres cultures est recommandée afin d'éviter d'avoir un accroissement d'organismes nuisibles et de maladies. En développant un plan de rotation, le crambe ne devrait pas précéder ou suivre d'autres cultures latifoliées, surtout des cultures étroitement liées comme le canola et la moutarde.

Le crambe devrait suivre un petit grain, le maïs ou d'autres cultures herbacées. Ces options de cultures offrent un répit dans le cycle des organismes nuisibles et permettent d'avoir des conditions de sol qui peuvent être facilement gérées pour faire pousser le crambe.

Les petits grains devraient bien pousser suite au crambe. Le chaume de crambe créé un bon couvert pour capter la neige, contrôler l'érosion et établir les cultures ensemencées à l'automne dans un système de travail de conservation du sol. En ensemençant une culture automnale, il faut faire attention de minimiser la perturbation du chaume puisque les résidus du crambe sont fragiles. Aussi, les repousses de crambe sont facilement gérées dans les cultures successives à l'aide du travail du sol ou d'herbicides.

## Établissement de la culture

Cette culture de graines oléagineuses est adaptée à une saison fraîche et peut tolérer des températures aussi basses que 24°F. La culture nécessite de 90 à 100 jours de l'ensemencement à maturité. Bien qu'elle soit relativement tolérante aux sécheresses, les meilleurs rendements sont obtenus dans des zones humides. Quoique le crambe nécessite un sol adéquatement humide durant la formation et le remplissage de la gousse, une période sèche subséquente lorsque la plante mature promeut de bons rendements.

Les sols bien drainés et fertiles à texture moyennement grossière à fine avec un pH de 6,0 à 7,0 ou légèrement plus élevé sont souhaitables pour la production du crambe. La culture ne va pas tolérer les sols composés d'argile lourde, mouillés ou gorgés d'eau.

http://theseedsite.co.uk/sdg5.html

Le lit de germination devrait avoir une structure fine et ferme. Cela devrait permettre de placer la semence à une profondeur de 1,25 à 2 cm (½ à ¾ po.). La semence ne devrait pas être plantée à une profondeur de plus de 4 cm (1½ po.) puisqu'elle va avoir perdu une bonne partie de sa vigueur avant d'émerger. Un équipement de semences de petits grains avec une largeur de rangée de 15 à 26 cm (6 à 10 po.) devrait être utilisé.

## Pratiques culturales

Le sol devrait être labouré avec une charrue ou des disques et puis travaillé avec un rouleau cultitasseur et une herse lourde. Le planage et le nivelage sont normalement requis pour créer un lit de germination lisse et ferme et pour assurer la disposition des semences à une profondeur uniforme. Des champs de chaume de soja ont été labourés et planés avec de bons résultats. Lorsqu'on fait pousser du crambe après le blé ou l'orge, la paille devrait être enlevée ou coupée ou bien il faut se servir de la hacheuse sur la moissonneuse-batteuse lors de la récolte. Un lit de germination peut ensuite être préparé avec un passage de disques sur le chaume du blé. Cette méthode aide à conserver l'humidité du sol après le blé.

La densité des semences peut être entre 11 à 22 kg/ha (10 à 20 lb/acre). La densité recommandée est 19 kg/ha (17 lb/acre). Si on plante tôt dans un bon lit de germination avec peut de compétition de mauvaises herbes, la densité peut être réduite à 11 kg/ha (10 lb/acre). Si on plante tard dans un mauvais lit de germination avec beaucoup de mauvaises herbes, il faut augmenter la densité à 22 kg/ha (20 lb/acre). Visez à avoir une population de plantes de 160 à 180 plants/$m^2$. Une densité de plantes d'au moins 110 à 120 plantes par mètre carré est recommandée, et les meilleures cultures ont tendance à avoir une densité de 170 à 200 plants par pied carré.

## Contrôle de la fertilité

Des recommandations de phosphore et de potassium pour les petits grains sont aussi normalement adéquates pour le crambe.

### *Azote*

Appliquez entre 55 et 90 kg/ha (50 à 80 lb/acre) d'azote. Ne pas appliquer plus de 11 kg/ha (10 lb/acre) avec la semence. Ne pas appliquer d'engrais à base d'urée avec la semence étant donné que des dommages de germination peuvent se produire.

### *Phosphore et potassium*

Dans plusieurs champs, le crambe va réagir à des applications de 16 à 22 kg/ha (15 à 20 lb/acre) de $P_2O_5$ et de 5 à 11 kg/ha (5 à 10 lb/acre) de $K_2O$.

### *Soufre*

Si les niveaux dans le sol sont très bas, le crambe va réagir à des applications de soufre.

## Contrôle des mauvaises herbes

La compétition de mauvaises herbes peut réduire les rendements de crambe de façon significative. Quelques mauvaises herbes qui peuvent causer des difficultés sont l'amaranthe, la queue de renard, la renouée, le chou gras, l'herbe à poux et le kochia à balais.

Un peuplement épais et uniforme de crambe est un moyen efficace de contrôle les mauvaises herbes. Le fait de planter tôt accroît aussi la capacité du crambe de faire concurrence avec les mauvaises herbes qui nécessitent une température du sol plus élevée pour germiner. Cependant, lorsque le crambe arrive à maturité, les mauvaises herbes peuvent émerger à travers le couvert de la culture, créer des problèmes pour la récolte et augmenter le taux d'humidité des graines de crambe récoltées. Le crambe planté dans des rangées de 20 à 30 po. peut être cultivé pour contrôler les mauvaises herbes.

La trifluraline (*Treflan, Bonanza* et *Rival*) est homologuée dans l'Est canadien pour le contrôle des mauvaises herbes dans le crambe et est appliquée comme un herbicide de type pré-semis incorporé (PSI) avant la semence.

## Maladies

Certaines maladies ont été identifiées dans le crambe : la pourriture sclérotique (pourriture blanche), les taches alternarienne (alternariose), l'ascochytose et la jaunisse de l'aster. De ces dernières, celle qui a le plus de chance d'être d'importance économique est la pourriture sclérotique. Le crambe est un peu moins susceptible à la pourriture sclérotique que le tournesol et l'haricot sec. *Proline 480 SC* (prothioconazole) est homologué pour le contrôle de la pourriture sclérotique.

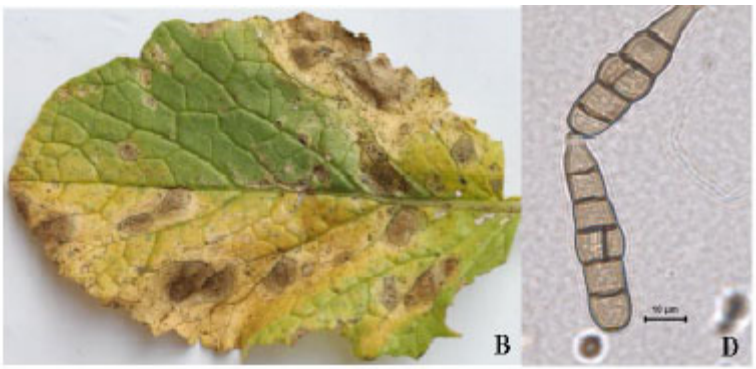



**Figure 1:** Alternaria leaf spot (*A. brassicicola*) on leaves of *Crambe abyssinica*. Initial symptoms (A), advanced stage of infection (B). Structures of *Alternaria brassicicola* on light microscopy showing conidiophores and conidia in formation (C) and conidia on a chain (D).

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-54052010000300016&script=sci_arttext

Les rotations de cultures devraient être minutieusement planifiées afin d'amoindrir la pression des maladies. Des semences certifiées devraient être utilisées afin d'éviter les taches alternariennes et autres maladies transmises par les semences.

## Insectes

Seulement les sauterelles ont causé des dommages significatifs au crambe (typiquement en bordure de champ) au Dakota du Nord. Le crambe est plus susceptible aux dommages de la sauterelle au stade de semis. Les sauterelles ont tendance à choisir le feuillage d'autres cultures quand le crambe se développe. Les sauterelles ne sont pas un souci agronomique dans l'Est du Canada.

## Récolte

Lorsque le crambe approche le stade de maturité, les feuilles jaunissent et tombent. Quelques jours après la chute des dernières feuilles, la gousse et les petites branches prennent une couleur de paille. Quand cette couleur a progressé vers le bas de la tige sous la dernière branche porteuse de graines – généralement de 90 à 100 jours après la semence – la graine devrait être prête à récolter. Le crambe est susceptible à l'éclatement des graines et à une infection d'*Alternaria brassicicola* si la récolte est retardée jusqu'au moment où les graines changent de couleur.

http://www.wiu.edu/AltCrops/other%20crops.htm http://vsezdorovo.com/2012/02/crambe-abyssinica/

Le crambe peut être récolté avec une moissonneuse-batteuse munie de tamis ajustables. Si les plants sont debout, ils devraient être coupés 18 à 20 po. au dessus de la surface du sol. La graine devrait être récoltée avec les enveloppes intactes. Une vitesse de cylindre de 400 à 500 T/M et un dégagement concave de 3/8 d'un po. sont recommandés. Le débit d'air devrait être fixé aussi bas que possible avec une vitesse d'éventail de 500 T/M, mais il ne faut pas débrancher l'éventail pour complètement couper le flux d'air. Fixez la bluterie cylindrique afin qu'elle se déplace juste un peu plus rapidement que la vitesse d'avancement de la moissonneuse-batteuse afin de minimiser l'éclatement. La graine de crambe est petite, ronde et très légère. Pour éviter les pertes, un véhicule de transport sans fissures ou trous devrait être utilisé, et la charge devrait être complètement recouverte d'une bâche.

## Séchage et entreposage

Le crambe devrait être séché jusqu'à ce qu'il ait une teneur de pas plus de 10 % d'humidité avant l'entreposage. Avant d'entreposer les graines, on devrait les passer sur un décortiqueur pour enlever les déchets. Le crambe devrait être entreposé dans un coffre propre et sans insectes avec un plancher perforé et muni d'éventails. Les coffres d'entreposage de maïs sont appropriés pour le crambe.

Même si les graines de crambes sont sèches à la récolte, ils peuvent aussi contenir des parties de plantes vertes de mauvaises herbes et d'herbes, ainsi que des parties d'insectes. Cette « poubelle mouillée » peut chauffer les graines en peu de temps. Pour éviter de chauffer les graines, il faut les aérer à partir du moment où il y a de 2 à 3 pieds de graines sur le plancher du coffre. Servez-vous d'un débit d'air minimal de 0,1 pi³/min par boisseau. Continuez à aérer jusqu'à ce que l'humidité et la température des graines aient atteint un équilibre à la grandeur du coffre.

L'éventail peut aussi servir à prolonger le séchage des graines dans le coffre. Le séchage en coffre avec de l'air non chauffé nécessite un débit d'air d'au moins 1

pi³/min par boisseau et ne devrait pas être tenté si le niveau d'humidité des graines est au-delà de 20 %. La profondeur de graines dans le coffre devrait se limiter à 16 pi. Un détecteur thermique peut aider à détecter des points chauds dans la masse de grains.

http://www.quatrobioworld.com/about-bio-oils.aspx